

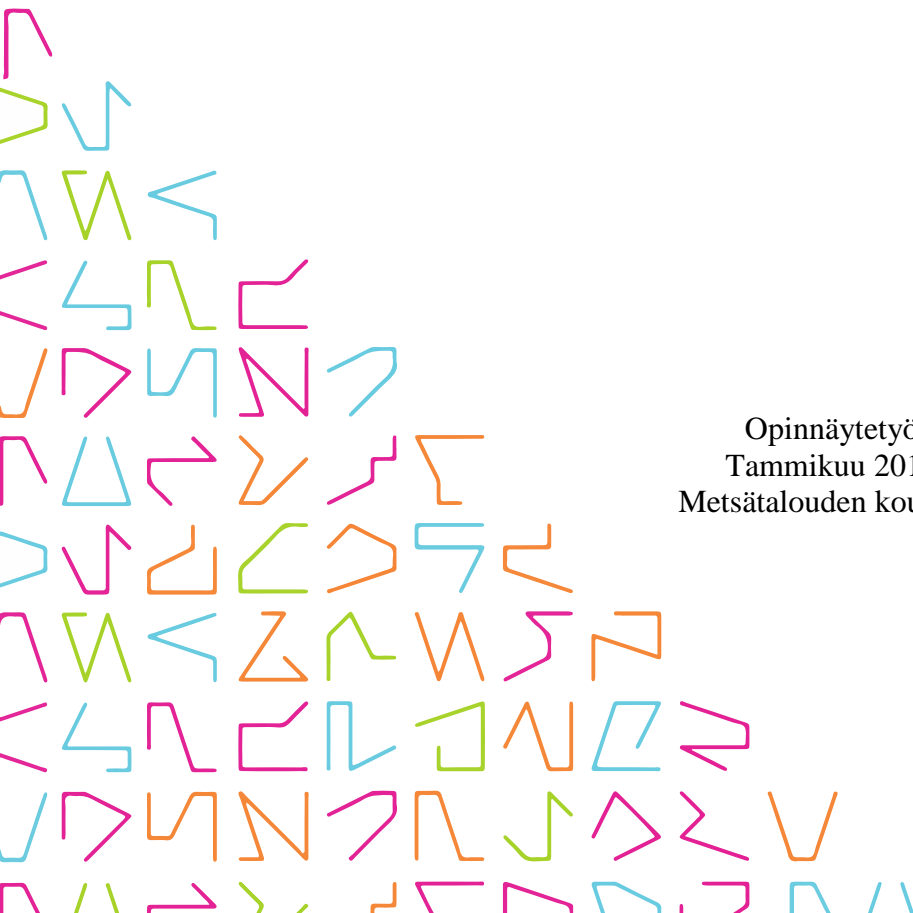


TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# POHJANMAAN BIOJALOSTAMO -HANKE

Virtanen Reijo

Opinnäytetyö  
Tammikuu 2018  
Metsätalouden koulutus



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Metsätalouden koulutus

VIRTANEN, REIJO:  
Pohjanmaan Biojalostamo -hanke

Opinnäytetyö 63, sivua, joista liitteitä 9 sivua  
Tammikuu 2018

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä selvitys Pohjanmaan Biojalostamon biohiilipellettiä päätuotteenaan valmistavan 35 000 tonnin vuosikapasiteetin omaavan tehtaan raaka-aineiden tarpeista, hankintamahdollisuuksista ja raaka-ainelogistiikasta. Lisäksi tehtävänä oli selvittää potentiaaliset biohiilipelletin asiakkaat Suomessa. Selvityksessä paneuduttiin metsäbioenergiajakeiden ja puutuoteteollisuuden sivutuotevirtojen määrien ja hintatason selvitykseen. Raaka-aineselvitys tehtiin suunnitellulla Pohjanmaan Biojalostamon hankinta-alueella. Hankinta-alueeksi määriteltiin 70 kilometrin säteellä tehdasalueesta sijaitsevat puutuoteteollisuuden yritykset sekä ainespuuta ja metsäbioenergiaa hankkivat organisaatiot. Selvityksen menetelmänä oli haastatella eri organisaatioiden puunhankinnan avainrooleissa toimivia henkilöitä. Samoin haastateltiin potentiaalisina asiakkaina pellettiä polttoraaka-aineenaan käyttävien energialaitoksien hankinnan vastuuhenkilöitä. Lisäksi haastateltiin niiden energiayhtiöiden avainhenkilöitä, jotka olivat kiinnostuneita biohiilipelletin käyttämisestä seospoltossa kivihiiltä nykyisin käyttävissä CHP-laitoksissa.

Selvitysten perusteella todettiin raaka-aineiden saatavuuden olevan hankinta-alueella hyvällä tasolla. Merkittävä seikka alueella oli myös raaka-aineiden monipuolisuus. Kokonaisuutena puutuoteteollisuuden sivutuotteet luovat laajan sekä kustannustehokkaan raaka-ainepotentiaalin, jota tarvittaessa voidaan täydentää metsäbioenergiajakeilla. Metsäbioenergiajakeiden saatavuutta suunnitellulla hankinta-alueella parantaa merkittävästi metsäteollisuuden tekemien ja tuotantokapasiteettia nostavien investointien aikaansaama ainespuun hankintamäärien lisääntyminen. Pohjanmaan Biojalostamon biohiilipellettiä tuottavan tehtaan tarvitsemat raaka-aineet löytyvät suunnitellulta hankinta-alueelta.

Asiakaspotentiaalin kartoituksessa voitiin todeta kiinnostusta biohiilipellettiin olevan, vaikka teollisessa mittakaavassa biohiilipellettiä tuottavaa yritystä Suomessa ei ole vielä olemassa. Asiakaspotentiaalina merkittävimpiä tässä vaiheessa ovat suurten kaupunkikeskusten energiayhtiöt. Suunnitellun biohiilipellettitehtaan kapasiteetti on riittävän suuri, jotta Pohjanmaan Biojalostamo voi olla realistisesti otettava kumppani suurille energiayhtiöille.

---

Avainsanat: biohiilipelletti, metsäbioenergia, puutuoteteollisuus, sivutuotteet

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Forestry

VIRTANEN, REIJO:  
Ostrobothnia Biorefinery Project

Bachelor's thesis 63 pages, appendices 9 pages  
January 2018

---

The objective of this thesis was to make a report on the raw material needs and logistical questions of a factory producing 35 tons of biocoal pellets. Another aim was to find out the potential customers for the biocoal pellets in Finland. The thesis delved on to the quantity and the price range of the stream of byproducts created by the wood and bioforest industries. The raw material report was made on the area planned to become the source of raw materials for the Pohjanmaan Biojalostamo factory. The area of acquiring the raw materials was designated to be a zone of 70 kilometers around the planned factory. The area consisted of companies and organisations using wood and forest bioenergy. The method of collecting information for the thesis was to interview different people working in key-roles for organisations in companies responsible for collecting forest products in the area. There was also interviewing done on personnel working for factories that use regular pellets as an energy source. These factories were regarded as potential future customers for the company. Interviews were also performed on key-personnel of energy companies interested in using biocoal pellets as a mixed fuel on factories currently only using regular coal.

Based on the research there was a conclusion that the acquisition of raw materials in the planned area was on a good level and an important note was the diversity of raw materials in the area. As a whole the byproducts of wood industry create a wide and a cost-efficient potential for raw materials, which can be supplemented with byproducts of bioforest industry if necessary. The availability of bioforest energy products on the planned area is improved remarkably by the investments made on wood and forest industries, that will raise the production capacity and in turn create a need for the acquisition of more raw wood materials for these industries. The raw materials needed for the factory producing the biocoal pellets are able to be found on the planned area of acquisition.

By doing the survey for potential customers, it was clear that there was an interest for biocoal pellets, even though a company producing biocoal pellets on an industrial scale does not yet exist. The most important potential customers at this point are energy companies centered in large urban communities. The planned biocoal pellet factory has a capacity large enough, that it can be a realistic partner for large energy companies.

---

Keywords: biocoal pellet, forest bioenergy, wood industry, byproducts

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TORREFIOITU BIOHIILIPELLETTI .....	7
3	BIOHIILIPELLETTI.....	10
	3.1. Biohiilipelletin käyttömäärät ja markkinat .....	10
	3.2. Tehtaan kone - ja laitetointittajat .....	11
4	PERUSTEET POHJANMAAN BIOJALOSTAMON SIJAINNILLE ALAJÄRVELLÄ.....	13
5	METSÄTILASTOT POHJANMAAN BIOJALOSTAMON HANKINTA- ALUEELLA .....	17
6	TORREFIOIDUN BIOHIILEN RAAKA-AINESELVITYS POHJANMAAN BIOJALOSTAMO-HANKKEEN HANKINTA-ALUEELLA .....	19
	6.1. Metsäbioenergia.....	19
	6.1.1 Harvennuskasien pienpuu .....	20
	6.1.2 Päätehakkuiden hakkuutähteet .....	23
	6.1.3 Metsäbioenergian teknillis-taloudellinen potentiaali Pohjanmaan Biojalostamon hankinta-alueella .....	25
	6.2. Metsä- ja puutuoteteollisuuden sivutuotteet .....	27
	6.2.1 Kuori .....	27
	6.2.2 Sahanpuru.....	29
	6.2.3 Hirsitaloteollisuuden sivutuotteet .....	29
7	POHJANMAAN BIOJALOSTAMON HANKINTA – JA LOGISTIIKKASTRATEGIA .....	30
8	POHJANMAAN BIOJALOSTAMON RAAKA-AINEIDEN HANKINTA - JA LOGISTIIKKASUUNNITELMAT .....	33
	8.1. Raaka-aineiden keskimääräiset hinnat käyttöpaikalla .....	33
	8.2. Raaka-aineiden hankintasuunnitelma vv. 2019-2020 .....	34
	8.2.1 Metsäbioenergia .....	34
	Materiaalien saatavuuden ja hintatason lähteenä ovat Pohjanmaan Biojalostamon hankinta-alueella metsäbioenergiajakeita hankkivien yhtiöiden ja metsänhoitoyhdistysten avainhenkilöiden haastattelut sekä heiltä saadut tarjoukset. ....	34
	8.2.2 Puutuoteteollisuuden sivutuotteet .....	36
	Materiaalien saatavuuden ja hintatason lähteenä ovat Pohjanmaan Biojalostamon hankinta-alueella toimivien puutuoteteollisuuden yritysten avainhenkilöiden haastattelut sekä heiltä saadut tarjoukset. .....	36
	8.2.3 Raaka-aineiden vuositasen hankintasuunnitelmat vv. 2019-2020	37
	8.3. Raaka-aineiden kuukausitasen hankintasuunnitelma vv. 2019-2020 .....	38
	8.4. Raaka-ainelogistiikka tehtaalla .....	39

8.5. Raaka-aineiden keskimääräiset varastot 2019-2020 .....	41
9 BIOHIILIPELLETTIEN KUSTANNUSKILPAILUKYKY .....	43
10 ASIAKKUUKSIEN HALLINTA .....	45
11 TORREFIOIDUN BIOHIILIPELLETIN POTENTIAALISET ASIAKKAAT 47	
11.1. Helen Oy (Happonen, K, asiantuntija, uusiutuva energia; Loukola, J. asiantuntija energiajärjestelmän kehitys. 2017. Haastattelu 4.10.2017)..	47
11.2. Turun Seudun Energiantuotanto (Bastman, T. 2017. Toimitusjohtaja. Haastattelu 16.10.2017). .....	49
11.3. Tampereen Sähkölaitos (Nieminen, Timo, kehityspäällikkö, pellettiliiketoiminta. 2017. Haastattelu 16.10.2017).....	50
12 SYÖTTÖTARIFFIJÄRJESTELMÄ SÄHKÖN TUOTANNOSSA .....	51
13 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA .....	52
14 OPINNÄYTETYÖN LIITTEET .....	55

## 1 JOHDANTO

Pariisin ilmastopöytäkirja astui voimaan 4.11.2016. Sen pohjalta on sovittu Euroopan Unionin yhteiseksi tavoitteeksi kasvihuonekaasujen päästöjen vähentäminen vähintään 40 % vuoden 1990 tasosta vuoteen 2030 mennessä. Suomessa tavoitteena on kansallisesti vähentää kasvihuonekaasuja 80-95 % vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä (Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030).

Kivihiilestä luopuminen ja sen korvaaminen uusiutuvilla polttoraaka-aineilla tarkoittaa muun muassa puuperäisten polttoraaka-aineiden määrien merkittävää kasvua lähitulevaisuudessa. Metsähakkeella on suuri merkitys uusiutuvan energian käytön lisäämisessä. Tutkimukset ovat osoittaneet, että valtakunnan tasolla metsähakkeen korjuupotentiaali on riittävä kansallisten käyttötavoitteiden saavuttamiseksi. Ongelmana on kuitenkin se, että käyttöpaikat eivät välttämättä sijaitse alueilla, joilla potentiaali on suurin. Suurten energialaitosten siirtyessä käyttämään metsähaketta, tulee logistiikan järkevä hoitaminen suureksi haasteeksi. Tällöin tulee harkittavaksi uusiutuvat pidemmälle jalostetut polttoraaka-aineet, joiden energiasisältö on korkeampi ja joilla voidaan minimoida tarvittavaa kuljetuslogistiikkaa. Yksi tällainen pidemmälle jalostettu tuote on biohiilipelletti (Föhr, Sepänen, Suikki, Soininen & Ranta 2015, 3).

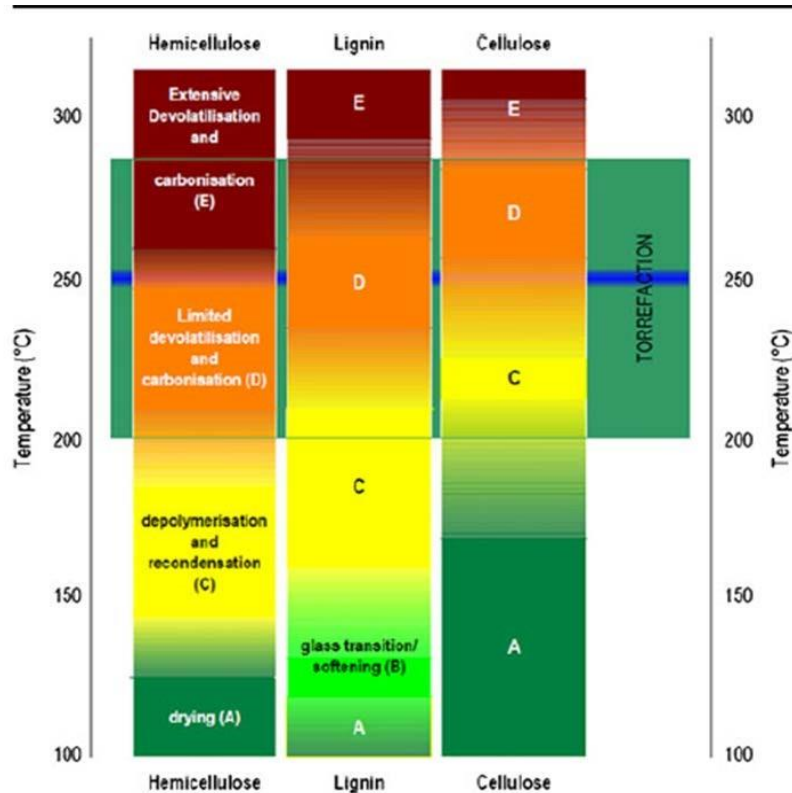
Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tehdä esiselvitys 35 000 tonnin maksimikapasiteetin omaavan biohiilipellettiä päätuotteenaan valmistavan yrityksen raaka-aineen hankinnasta ja asiakaspotentiaalista. Biohiilipellettiä on mahdollista käyttää polttoraaka-aineena lämpöenergiaa tuottavissa pellettilaitoksissa sekä seospoltossa kivihiiltä polttoraaka-aineenaan käyttävissä CHP-laitoksissa sekä teknisenä pellettinä.

Työssäni keskityn biohiilipelletin raaka-aineiden hankinnan mahdollisuuksien selvittämiseen sekä kustannustehokkaan hankinnan vaatimaan toimituslogistiikkaan. Biohiilipelletin potentiaalisia raaka-aineita ovat metsäbioenergiajakeet sekä metsä – ja puutuoteteollisuuden materiaalisivuvirrat. Toisena päätehtävänä on biohiilipelletin potentiaalisten asiakkaiden kartoitus. Tulevaisuudessa tuotekehityksellä tavoitellaan myös korkeamman jalostusasteen biotuotteita, joista yksi merkittävimmistä mahdollisuuksista on agrobiobioli. Korkeamman jalostusasteen tuotteilla on mahdollista monipuolistaa tuotevalikoimaa ja parantaa liiketoiminnan kannattavuutta.

## 2 TORREFIOITU BIOHIILIPELLETTI

Puun kosteudella on ollut suuri merkitys käytettäessä puuta energian tuotantoon lämpölaitoksissa, joissa ei ole poltossa höyrystyvän veden sisältämän energian talteenottojärjestelmää, koska puussa olevan veden lämmittäminen ja höyrystäminen vaativat energiaa, joka on poissa energiapuusta saatavasta lämmöstä (Laasasenaho, Timonen & Poso 2017, 2).

Biomassojen käytössä ongelmana on alhaisesta energiatiheydestä johtuvat kuljetuskannukset sekä poltto-ominaisuuksien heikkous. Näistä johtuen biomassaa jalostetaan kemiallisilta ja fyysisiltä ominaisuuksiltaan paremmaksi ja erilaisiin käyttötarkoituksiin soveltuvaksi. Torrefioinniksi kutsutaan biomassan käsittelyä 250 – 300 °C:n lämpötilassa hapettomissa olosuhteissa. Käsittelyssä biomassasta haihtuvat vesi ja osa haihtuvista aineista. Koska biomassa kuivuu kokonaan, on veden imeytyminen siihen torrefioinnin jälkeen hyvin vähäistä (Föhr, ym. 2015, 3).



KUVIO 1. Biomassan termiset muutokset torrefioinnin aikana. (Bergman, Boersma, Zwart & Kiel 2005, 14)

Eri vaiheet voidaan tiivistää:

- 20–110 °C, puu imee lämpöä ja kosteus poistuu
- 110–270 °C, loppukin kosteus poistuu, hajoaminen käynnistyy, kaasuja muodostuu (etikkahappo, metanoli)
- 270–290 °C, eksotermisen hajoaminen alkaa, jakautuminen kemiallisiin komponentteihin jatkuu, tuottaa lämpöä ja kaasuja
- 290–400 °C, ainesosien hajoaminen jatkuu, hiiltymistä

Torrefioinnin aikana biomassa kuivuu lähes täysin ja sen kosteusprosentti vaihtelee prosessin jälkeen 1–5 % välillä. Biomassasta haihtuu prosessin aikana suhteellisesti enemmän happea ja vetyä kuin hiiltä. Tällöin biomassan energiasisältö kasvaa massayksikköä kohti, koska tuotteessa on suhteessa enemmän palavaa ainesta jalostamattomaan biomassaan verrattuna (Flyktman, Kärki, Hurskainen, Helynen & Sipilä 2011, 30).

Föhr ym. (2015) ovat tehneet selvityksen torrefioidun biohiilipelletin laadusta ja varastoitavuudesta. Torrefiointi ei ole uusi teknologia, mutta energiantuotannossa käytettävän biomassan jalostusta varten sen käyttöä on alettu tutkia ja kehittää vasta viimeisten 10–15 vuoden aikana. Useat suuret energiayhtiöt ja tutkimuslaitokset ovat selvittäneet torrefioidun biomassan käyttömahdollisuuksia ja monet toimittajat ovat alkaneet kehittää, patentoida ja kaupallistaa torrefioidun biomassan tuotantoteknologiaa (Föhr, ym. 2015, 4).

Torrefioitu biohiilipelletti tulee olemaan Pohjanmaan Biojalostamon päätuote toiminnan alkuvaiheessa. Torrefioitua biomassaa voidaan kuitenkin jalostaa edelleen useisiin eri käyttötarkoituksiin, mikä mahdollistaa myös pidemmälle jalostettujen tuotteiden tuomisen tuotevalikoimaan tulevaisuudessa. Pelletöinnin jälkeen biomassasta on saatu aikaan ominaisuuksiltaan kivihiiltä muistuttava tuote, jonka energiatiheys on suurempi kuin käsittelemättömän biomassan. Suuremman energiatheyden ansiosta torrefioitujen biohiilipellettien kuljettamisesta tulee kannattavaa. Tämä voi lisätä biomassan käyttöä energiateollisuudessa, jossa polttoainetta tarvitaan paljon ja sitä on hankittava kaukaa. Biohiilipellettejä, johtuen niiden hyvistä ominaisuuksista, voidaan käyttää korvaamaan sekä fossiilisia polttoaineita että raakabiomassaa. Lopputuotetta kutsutaan TOP-pelletiksi (Torrefied Pellet). TOP-pelletin lämpöarvo on korkeampi kuin valkoisella pelletillä, mutta hieman alhaisempi kuin kivihiilellä (Flyktman, ym. 2011, 30). Tyypillisesti torrefioinnissa biomassan alkuperäisestä painosta häviää noin 30 prosenttia, mutta sen sisältämästä energiasta vain 10 prosenttia. Tämä tarkoittaa, että biomassan lämpöarvo eli energiasisältö



painoyksikköä kohden kasvaa. Keskimääräisesti eri raaka-aineiden energiasisältö ennen torrefiointiprosessia on 7–17 MJ/kg. Raaka-aineiden energiasisältöön vaikuttaa eniten materiaalin kosteus - %. Torrefioinnin jälkeen energiasisältö on 19–22 MJ/kg (Flyktman, ym. 2011, 31).

### 3 BIOHIILIPELLETTI

#### 3.1. Biohiilipelletin käyttömäärät ja markkinat

Maailmassa käytetään tällä hetkellä noin 6,6 miljardia tonnia kivihiiltä vuodessa ja sen käyttö näyttäisi kasvavan edelleen. Vuonna 2010 kivihiilen poltossa muodostui 43 % energiantuotannon (fossiilisten polttoaineiden) hiilidioksidipäästöistä. EU - maat ovat sitoutuneet hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen ja kivihiilen korvaaminen uusiutuvilla polttoaineilla on tärkein tekijä tavoitteisiin pääsemisessä. Suuret energiayhtiöt pitävät biohiilipellettiä merkittävänä mahdollisuutena korvata kivihiilen käyttöä. Biohiilipelletti on tällä hetkellä edullisimpia tapoja vähentää hiilidioksidipäästöjä kivihiilivoimalaitoksissa.

Biohiilipellettien markkinoiden ennakoidaan kehittyvän nopeasti. Suunnitteluyhtiö Pöyry on laatinut ennusteen globaalista pellettimarkkinoiden kasvusta vuoteen 2020 saakka. Ennusteen mukaan pelletin markkinat kasvavat 59 miljoonaa tonniin vuoteen 2020 mennessä ja tästä biohiilipelletin osuus ennustetaan olevan 7,5 miljoonaa tonnia. Rahallinen investointi biohiilipellettilaitoksiin tulee olemaan noin miljardin euron luokkaa. Biohiilipellettien tuottavien laitosten perustamista tuetaan, mutta biohiilipelletin hintakompensointi on hankalaa, koska EU:n mahtivaltio Saksa on lisännyt kivihiilen käyttöä. Saksan lisäksi Euroopassa on useita maita, jotka tuottavat energiasta merkittävän osan edelleen kivihiilellä (Kokko, A. 2012, 8).

Suomessa biohiilipellettien käyttöä on suunniteltu lähinnä kivihiilikattiloiden lisäpolttoaineeksi, jolloin biohiilipelletit korvaisivat osan fossiilisista polttoaineista sähkön ja lämmön tuotannossa. Kivihiilikattiloissa kivihiiltä voidaan korvata noin kymmenen prosenttia puupelleteillä ilman, että laitoksen polttoaineen käsittelyyn ja kivihiilimyllyihin joudutaan tekemään suurempia muutoksia. Biohiilipelletit ovat lämpökäsittelystä johtuen rakenteeltaan kivihiiltä hauraampaa ja jauhautuvat kivihiilen seassa paremmin. On arvioitu, että kivihiilestä voitaisiin korvata jopa yli puolet biohiilipelleteillä. Tästä johtuen biohiilipelletin käyttömahdollisuudet ovat laajat sekä Suomessa että Euroopassa (Kokko, A. 2012, 8). Lisäksi biohiilipelletillä on mahdollista korvata valkoista pellettiä lämpöenergiaa tuottavissa suurissa energialaitoksissa.

Suomi on sitoutunut nostamaan uusiutuvan energian osuuden 38 prosenttiin energian lopputuloksesta vuoteen 2020 mennessä. Tavoitteen saavuttamiseksi bioenergian, pääasiassa metsäbioenergian, käyttöä on lisättävä merkittävästi perinteisen sähkön ja lämmön tuotannon lisäksi tulevaisuuden liikenteen biopolttoaineiden tuotannossa sekä biojalostamoissa. Suomella arvioidaan olevan edellytyksiä valmiin kaupallisen polttoaineen viejäksi kasvaville bioenergian maailman markkinoille (Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030).

Biohiiltä voidaan käyttää myös maanparannusaineena. Biohiilen käyttö maanparannusaineena kasvattaa suosiotaan lähinnä harrastelijapuutarhureiden keskuudessa. Biohiilen hyödyntämistä maanparannusaineena tutkitaan parhaillaan. Suurimittainen sijoitus maaperään aktiiviviljelyssä on toistaiseksi taloudellisesti kannattamatonta, mutta hyötyjen takia se on laajasti tutkimuksen kohteena.

Pohjoismaissa biohiilipellettiä valmistetaan ainoastaan Norjassa. Norjassa toimii Pohjanmaan Biojalostamon suunnitellun biohiilipellettitehtaan kokoinen laitos, jonka tuottamat tuotteet viedään Kanadaan. Ruotsissa ja Benelux -maissa on muutamia kaupallisia koe-laitoksia ja myös joitakin suuria investointipäätöksiä on tehty. Yleisesti biohiilipellettien tuotanto maailmalla on pienimuotoista. Biohiilipellettiä tuottavat yritykset käyttävät raaka-aineena puuta ja maatalouden sivuvirtoja, kuten olkea. Suurin tekijä, mikä pitää biohiilipellettien kysynnän alhaisena, on halpa kivihiili, jonka korvaajana biohiilipelletti toimii. Kokonaisuutena biohiilipelletti on houkutteleva tuote, koska logistiikka on pellettiä helpompi hoitaa. Lisäksi biohiilipelletillä on pellettiä parempi lämpöarvo ja kivihiiltä voidaan korvata biohiilipelleteillä ilman suurempia lisäinvestointeja (Flyktman, ym. 2011, 6).

### **3.2. Tehtaan kone - ja laitetoimittajat**

Biohiilen valmistukseen eli torrefiointiin on perehtynyt suomalaisista laitetoimittajista tällä hetkellä vain yksi yritys, Mikkeliissä toimiva Torrec Oy. Torrec Oy tarjoaa asiakkailleen tuotantolaitoksia, jolla edullinen puuperäinen raaka-aine jalostetaan korkealaatuisiksi toisen sukupolven uusiutuvaksi biopolttoaineeksi. (Torrec Oy. 2015).

Kyseessä on melko uusi teknologia, josta kokemukset ovat teollisessa mittakaavassa vähäisiä. Pometek Oy on Pohjanmaan Biojalostamo-hankkeen avainhenkilöiden omistama metalliteollisuuden yritys. Yhtiön toimialana on konepajateollisuus, metalliteollisuuden alihankintatyöt, erilaisista materiaaleista tehtävien tuotteiden, koneiden ja laitteiden tuotekehitys sekä valmiiden tuotteiden asennustyöt. Pohjanmaan Biojalostamon tarvitsemien koneiden ja laitteiden valmistus on tarkoitus tehdä Torrec Oy:n lisenssillä Pometek Oy:n konepajalla suunnitellun biohiilipellettitehtaan välittömässä läheisyydessä. Tällä on erittäin suuri positiivinen merkitys tehtaan ylösajovaiheessa sekä myöhemmin tehtaan koneiden ja laitteiden kunnossapidossa. Kun koneiden ja laitteiden valmistus tapahtuu toimintaa harjoittavassa yrityksessä, on erittäin hyvä mahdollisuus siirtää osaamista käyttö- ja kunnossapitohenkilöstölle jolloin tehtaan tuotantolinjojen käyttöaste on mahdollista ylläpitää mahdollisimman korkeana.

Tehtaan laitteistoon kuuluu paljon myös erilaisia peruslaitteistoja mm. eri tyyppisiä materiaalien kuljettimia, joita voidaan ostaa paikallisilta toimittajilta. Yrityksen imagon kannalta on järkevää hyödyntää tällaista paikallista osaamista, jota tässä tapauksessa alueelta löytyy aivan suunnitellun tehtaan lähiympäristöstä. Myös tämä toiminta helpottaa tehtaan kunnossapidon toimintaa tulevaisuudessa. Tehtaan laitteiden ja koneiden avaintoimittajat muodostavat yrityksen tulevan toiminnan kannalta erittäin tärkeän yhteistyöverkoston.

#### **4 PERUSTEET POHJANMAAN BIOJALOSTAMON SIJAINNILLE ALAJÄRVELLÄ**

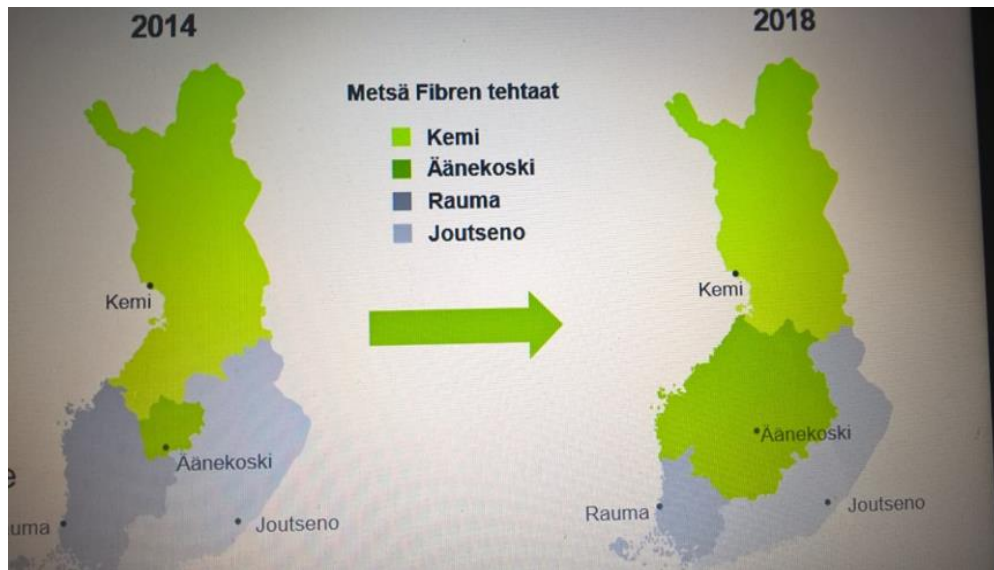
Bergman ym. (2005) erottaa kaksi torrefioinnin pääsuuntaa: lähellä käyttöpaikkaa (kaukana raaka-ainelähteestä) ja kaukana käyttöpaikasta (lähellä raaka-ainelähteitä). Pohjanmaan Biojalostamon strategia perustuu tehtaan sijaintiin lähellä raaka-ainelähteitä.

Suunnitellun tehtaan sijainti Alajärvellä on varsin optimaalinen, koska tekemäni selvityksen perusteella suunnitellulla Pohjanmaan Biojalostamon raaka-aineiden hankinta-alueella ovat varsin suuret mäntykuitu – ja mäntytukkipuun puuvarat (Suomen Metsäkeskus 2015, yksityismetsien metsävaratieto).

Mäntykuitupuun hyvät metsävarat luovat hyvän perustan hakkuumahdollisuuksille ja edelleen kasvavalle puuston hyötykäytölle. Alueen sijainti sopivan välimatkan päässä suurista sellutehtaista on myös tärkeä peruste puunhankintaa suorittavien yhtiöiden kiinnostukselle alueen puuvaroista. Lähimmät sellutehtaat sijaitsevat Äänekoskella ja Pietarsaaressa. Näihin yhteensä yli 10 miljoonaa kuutiometriä raakapuuta vuodessa käytäviin suuriin puunjalostustehtaisiin etäisyys Pohjanmaan Biojalostamon hankinta-alueelta on keskimäärin noin 100 km. Tältä etäisyydeltä voidaan puuraaka-aineet toimittaa kannattavasti autokuljetuksilla ja sillä on iso merkitys puunhankintaorganisaatioiden suunnitelmiin. Tämän perusteella alueen puut ovat haluttuja ja puuvirrat tulevat kasvamaan nykyisestä tilanteesta edelleen.

Metsä Fibren Äänekosken uuden biotuotetehtaan käynnistyminen on jo vaikuttanut puuraaka-aineen hankinnan volyyymien lisääntymiseen ja ne tulevat vielä lisääntymään tehtaan toimiessa täydellä kapasiteetilla suunnitellusti keväällä 2018. Tehdas tarvitsee täydellä kapasiteetilla toimiessaan noin 6,5 miljoonaa kuutiometriä raakapuuta vuodessa. Uuden biotuotetehtaan raaka-aineen hankinta-alue tulee muuttumaan merkittävästi vuoden 2014 tilanteesta vuoteen 2018. Tämä muutos esitetään kuviossa 2. Nykyisin Äänekosken sellutehtaan hankinta-alue on suhteellisen tiukasti keskittynyt Äänekosken lähiympäristöön Keski-Suomessa. Vuonna 2018 uuden biotuotetehtaan toimiessa täysillä, on hankinta-alue suurentunut merkittävästi ja se käsittää tuolloin koko Keski-Suomen maakunnan lisäksi Etelä-, Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan maakunnat sekä Pohjois – ja

Etelä-Savon maakuntien alueita (Perälä, Y. 2016. Miten puuvirrat muuttuvat? Luento. Lapin metsätalouspäivät 28-29.1.2016).



KUVIO 2. (Perälä, Y. johtaja. 2016. Miten puuvirrat muuttuvat? Luento. Lapin metsätalouspäivät 28-29.1.2016).

Kuviossa 3 esitetään UPM Metsän Pohjamaan integraattialue, jolta hankitaan puuraakaine Pietarsaaren tehdasintegraatin (saha ja sellutehdas) tarpeisiin. Kokonaisuutena tehdasintegraatin raakapuun tarve on noin 5 miljoonaa kuutiometriä vuodessa

([www.upmpulp.fi/upm-pietarsaari](http://www.upmpulp.fi/upm-pietarsaari)).



KUVIO 3. UPM Metsä Pohjanmaan integraattialue ([www.upmpulp.fi/upm-pietarsaari](http://www.upmpulp.fi/upm-pietarsaari)).

Keitele Forestin sahayhtiö Keitele Timber on parhaillaan tekemässä merkittäviä investointeja Alajärven sahan uudistamiseksi sekä kapasiteetin nostamiseksi yli kaksinkertaiseksi nykyiseen verrattuna (Keitele Forest Oy 2017).

Alueella toimii myös liimalevytuotteita valmistava Kohiwood Oy, joka sekä sahaa että jatkojalostaa pikkutukeista sahaamistaan sahatavaroista liimalevyjä. Kokonaisuutena raakapuu – ja sivutuotevirrat ovat jo nyt merkittäviä ja ne tulevat kasvamaan tulevaisuudessa alueella edelleen (Kohiwood Oy 2017).

Alueella on lisäksi perinteisesti valmistettu useita vuosikymmeniä eri tyyppisiä mekaanisen puunjalostusteollisuuden tuotteita. Tällä hetkellä alueella sijaitsee hirsitalotehtaita, ikkuna – ja ovitehtaita sekä lukuisa määrä pienempiä puupohjaisten erikoistuotteiden valmistajia (Järvi-Pohjanmaan Yrityspalvelu Oy 2017).

Näiden tehtaiden puunjalostuksen yhteydessä syntyy sivutuotteena merkittäviä määriä kuivia jakeita kuten kutterilastua ja sahanpurua. Myös nämä kuivat sivutuotteet soveltuvat biohiilituotteiden raaka-aineiksi. Toiminnan alkuvaiheessa on tärkeää hakea mahdollisimman hyvä seossuhde eri raaka-ainejakeita, jolla voidaan vastata asiakkaina olevien energiayhtiöiden biohiilipelletille asettamiin laatuvaatimuksiin.

Hanke tukee Suomen hallituksen asettamia uusiutuvan energian tavoitteita (Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030). Biohiilipellettitehdas tulee olemaan Suomen ensimmäinen tuotantomittakaavan laitos, jonka perustamisen lähtökohtana on metsäbioenergiajakeiden sekä metsä – ja puutuoteteollisuuden sivuvirtatuotteiden saatavuus alueella. Tärkeä peruste on myös se, että hankkeen toteuttajana on paikallinen metalliteollisuudessa nykyisin toimiva yritys, jolla on näyttöä liiketoimintaosaamisesta. Suunnitellulla tehdasalueella on lisäksi varsin toimiva ja valmis infra toiminnan käynnistämiseksi nopeallakin aikataululla.

Suunnitellun investointihankkeen kokonaiskustannukset ovat noin 4 miljoonaa euroa. Hankkeella on merkittävät vaikutukset alueen elinkeinoelämään ja kuntatalouteen jo investointivaiheessa. Toiminnan käynnistyttyä yritys työllistää suoraan 10 työntekijää, lisäksi vuodesta 2020 alkaen alueelliset vaikutukset raaka-aineen hankintaketjun eri vai-

heissa ovat yli 2 miljoonaa euroa vuodessa. Tehdas on suunniteltu toimivan keskeytymättömässä kolmivuorotyössä ja se tarvitsee täydellä kapasiteetilla toimiessaan puupohjaisia raaka-aineita yli 1000 irtokuutiometriä vuorokaudessa. Näiden merkittävästi alueen liiketoimintaa ja työllisyyttä tukevien ja kehittävien seikkojen vuoksi myös Alajärven kaupungin päättäjillä on ollut hyvin myönteinen suhtautuminen hankkeen toteuttamiseksi.



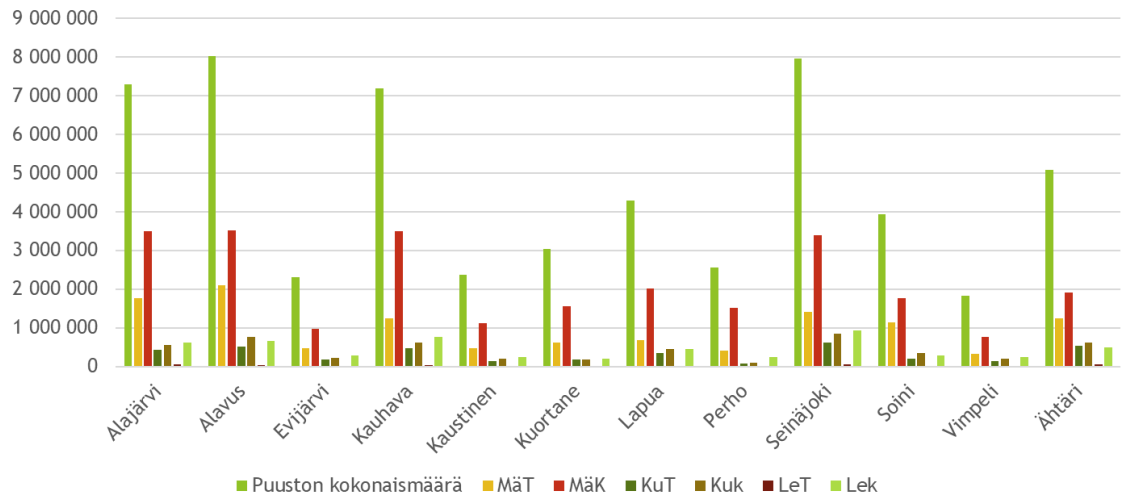
## **5 METSÄTILASTOT POHJANMAAN BIOJALOSTAMON HANKINTA-ALUEELLA**

Etelä-Pohjanmaalla on melko vähän valtion omistamia ja Metsähallituksen hallinnoimia metsiä. Pääosa valtion omistamista metsistä alueella sijaitsee Alajärvellä, Soinissa ja Ähtärissä. Soinissa on myös merkittävä määrä metsäteollisuusyhtiön omistamia metsiä. Alueen kunnista Alajärvi ja Alavus ovat pinta-alaltaan selkeästi suurimmat, jolloin luonnollisesti myös puuston kokonaismäärä on suurin (liite 1).

VMI 11:n mukaan koko Suomessa metsätalousmaalla olevia soita on 8,7 miljoonaa hehtaaria eli 33 prosenttia metsätalousmaan pinta-alasta. Yleisesti Etelä-Pohjanmaalla on paljon soita ja alueen kunnissa soita on suhteellisesti eniten Alajärvellä ja Alavudella. Alueella on tehty 1960-luvulta alkaen paljon turvemaiden ojitushankkeita, joten ojittamattomia soita on alueella hyvin vähän. Ojitusten vaikutus turvemaiden puunkasvua lisäävästi on ollut merkittävä, joten alueen ojitetuilla turvemailla on melko suuri hakkuupotentiaali. Suuresta suomäärästä johtuen alueen kaikissa kunnissa on myös merkittävää turvetuotantoa (liite 2).

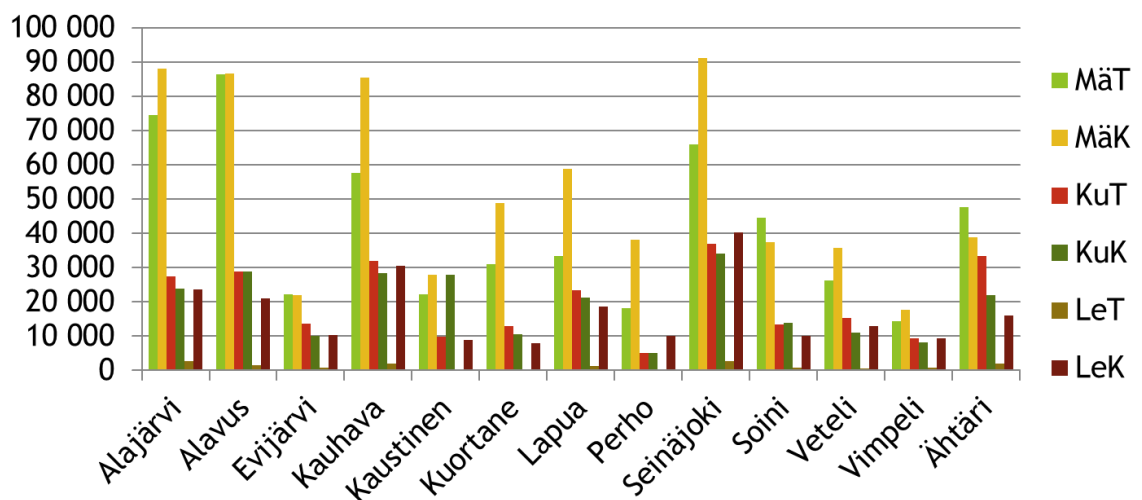
Kehitysluokkajakauma alueen metsissä on kohtuullisen hyvä. Varttuneita kasvatusmetsiä on hieman liikaa suhteessa nuoriin kasvatusmetsiin lähes kaikilla paikkakunnilla, poikkeuksena Kuortane ja Vimpeli, joissa jakauma on melko hyvä. Toisaalta Kuortaneella on taimikoita hieman liikaa (liite 3).

Puuston määrä on suurin Alajärven, Alavuden, Kauhavan ja Seinäjoen kaupunkien alueella. Yleisesti mäntytukki – ja kuitupuun osuus puuston kokonaismäärästä on merkittävä, minkä selittää Pohjanmaalle tyypillisten kuivahkojen ja kuivien kankaiden suuri osuus metsämaan pinta-alasta (kuvio 4).



KUVIO 4. Pohjanmaan Biojalostamon hankinta-alueen kuntien yksityismetsien puuston määrä, m<sup>3</sup>. (Suomen Metsäkeskus. Yksityismetsien metsävaratieto 2015).

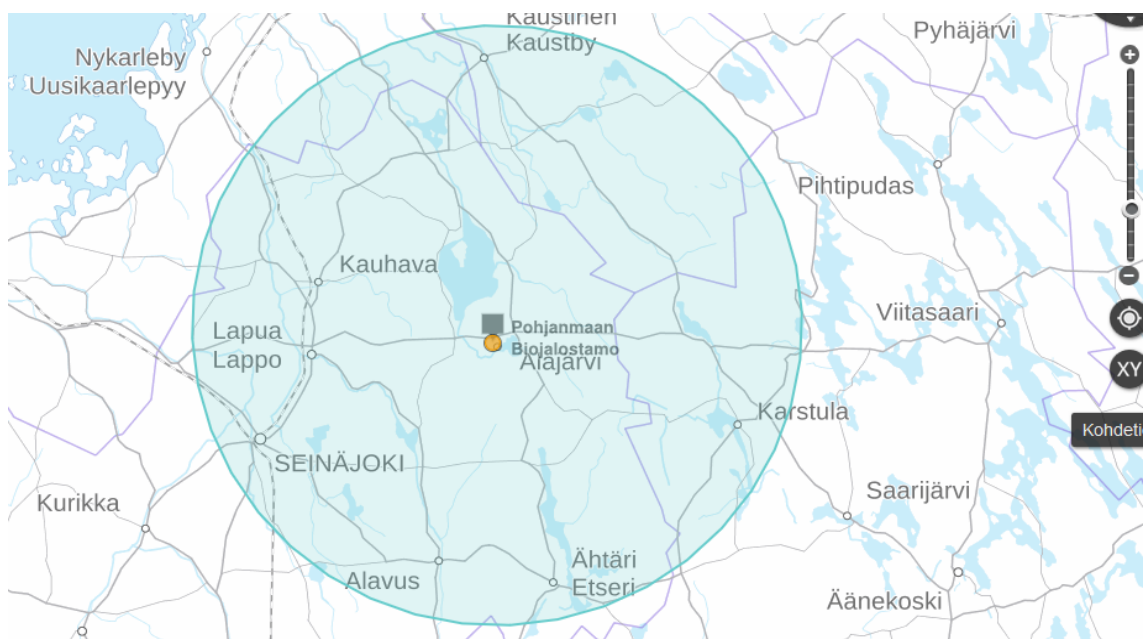
Kokonaisuutena eniten hakkuumahdollisuuksia on suurimman puuston kokonaismäärän omaavien kuntien alueilla Alajärvellä, Alavudella, Kauhavalla ja Seinäjoella. Pohjanmaan alueen tyypilliset puutavaralajit mäntytukki ja mäntykuitu muodostavat suurimman hakkuupotentiaalin (kuvio 5).



KUVIO 5. Pohjanmaan Biojalostamon hankinta-alueen kuntien yksityismetsien hakkuuehdotusten 2014–2023 puutavaralajikertymä, m<sup>3</sup>/v.). (Suomen Metsäkeskus. Yksityismetsien metsävaratieto 2015).

## 6 TORREFIOIDUN BIOHIILEN RAAKA-AINESELVITYS POHJANMAAN BIOJALOSTAMO-HANKKEEN HANKINTA-ALUEELLA

Biohiilen raaka-aineeksi soveltuvat metsäbioenergiajakeet sekä metsä -, saha – ja puutueteteollisuuden sivutuotteet. Pohjanmaan biojalostamon potentiaalisiksi hankinta-alueeksi ja yhteistyökumppaneiksi on suunniteltu noin 70 kilometrin säteellä biohiilipellettitehtaasta sijaitsevat tuotantolaitokset (kuvio 6). Lisäksi alueelta puuraaka-aineen hankintaa suorittavat puunhankintaorganisaatiot ovat potentiaalisia yhteistyökumppaneita. Tällä alueella tein kokonaisvaltaisen raaka-aineselvityksen haastattelemalla alueen puutueteteollisuuden avainhenkilöitä sekä puuraaka-aineen hankintaa alueella suorittavien organisaatioiden vastuuhenkilöitä.

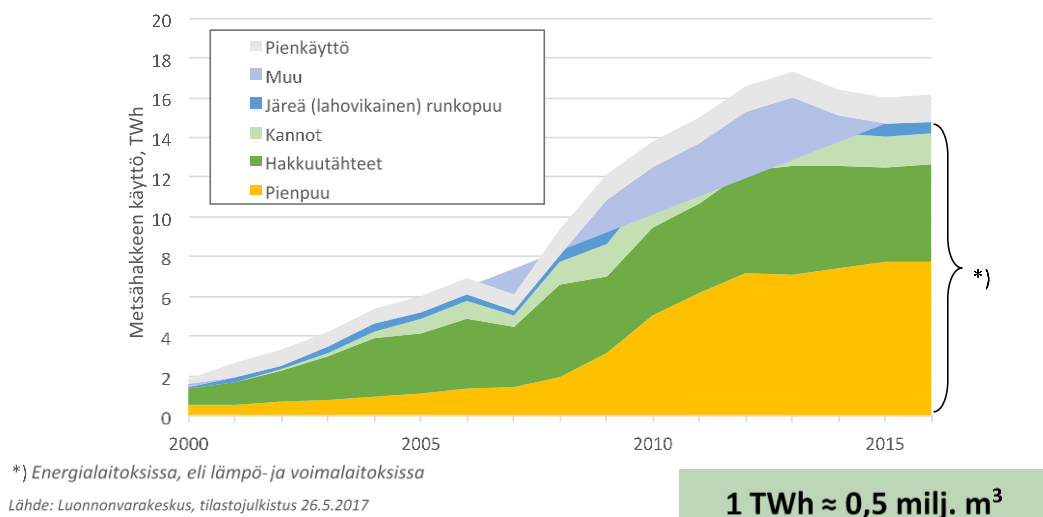


KUVIO 6. Pohjanmaan biojalostamon hankinta-alue.

### 6.1. Metsäbioenergia

Kansallisen energia- ja ilmastostrategian (2013) ja Kansallisen Metsästrategian 2025 (2015) tavoitteena on lisätä metsähakkeen ja erityisesti hakkuutähteen energiakäyttöä 13,5 miljoonaan kuutiometriin vuodessa vuoteen 2020 mennessä. Suurimmat käyttämät-

tömät metsähakepotentiaalit sijaitsevat Keski- ja Itä-Suomessa sekä Kainuussa ja suurimmat käyttöpaikat rannikolla, joten kuljetusmatkat tulevat pitenemään. Metsäbioenergiajakeita kertyy ainespuuhakkuiden yhteydessä tai erikseen energiapuuta korjattaessa (Anttila, Nivala, Laitila, Flyktman, Salminen & Nivala 2014, 5). Kuviossa 7 on esitetty metsähakkeen käyttö Suomessa 2000-2016.



KUVIO 7. Metsähakkeen käyttö Suomessa 2000–2016 (Luonnonvarakeskus 2017).

### 6.1.1 Harvennusemetsien pienpuu

Harvennusemetsien pienpuuta kertyy nuorten metsien kunnostuskohteilta. Pienpuun hakuutapa vaikuttaa merkittävästi kertyvään määräpotentiaaliin. Pelkästään rankapuuna korjattava potentiaali on koko Suomessa 6,2 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. Suurin potentiaali on kokopuukorjuu, joissa määrä nousee 8,3 miljoonaan kuutiometriin vuodessa (Anttila, ym. 2014, 7).

Ranka- ja kokopuupotentiaaleista mäntyä on noin kaksi viidesosaa, koivua kolmannes, kuusta yksi viidesosa ja loput muuta lehtipuuta. Korjattaessa pienpuu integroituna männyn osuus energiapuusta on vajaa kolmannes, koivun kaksi ja kuusen yksi viidesosaa (Anttila, ym. 2014, 7).

Useissa nuorten metsien kunnostuskohteissa on käynyt niin, että taimikonhoito on jäänyt tekemättä, jonka jälkeen on tehtävä aikaistettu ensiharvennushakkuu. Pohjanmaan olosuhteissa on hyvin tyypillistä, että hieskoivu on mäntyä nopeakasvuisempaan vallannut alueen. Tämä johtaa lähes poikkeuksetta ainespuun vähäiseen kertymään, jolloin kuvion kokonaiskertymästä useimmiten vähintään puolet on energiapuuta. Tällaiset kohteet eivät ole metsäteollisuuden puunhankintaorganisaatioiden näkökulmasta kiinnostavia. Näiltä kohteilta voidaan korjata kuitenkin biohiilen raaka-aineeksi hyvin soveltuvaa pieniläpimittaista rankapuuta joko kokopuuna tai karsittuna rankana. Tehdyissä tutkimuksissa on voitu osoittaa, että lehtipuusta tai sekapuusta (lehtipuu ja havupuu) valmistettujen pellettien laatu on hyvä. Tämä perustuu siihen, että lehtipuusta tai sekapuusta valmistetut pelletit omaavat suurimmat irto – ja energiatiheydet (Föhr ym. 2013, 38).

Ongelmana on kuitenkin korkeat korjuukustannukset, jolloin metsänomistajan puunmyynnistä saatava tulo jää hyvin vähäiseksi. Kestävän metsätalouden rahoitustuki eli Kembra-tuki parantaa jossakin määrin pienpuuleimikoiden kannattavuutta. Erittäin tärkeää on kuitenkin se, että puunmyynnistä saatavien tulojen vähäisyys ei johda tilanteeseen, jolloin osa nuorista metsistä jää kokonaan kunnostamatta. Puunmyyntitulojen sijaan kohteiden kunnostaminen tulisi nähdä investointiluontoisena toimenpiteenä, mikä varmistaa puuston kasvun ja järeyskehityksen tulevaisuudessa, jolloin seuraavassa harvennuksessa kokonaiskertymä on jo vähintäänkin tyydyttävä (Hänninen, Leppänen, Ovaskainen, Uusivuori & Viitala, 2017, 11).

Hiilinielun vahvistaminen on tulevaisuudessa entistä tärkeämpää ja nuoria metsiä kunnostamalla tätä tavoitetta voidaan hoitaa omalta osaltaan. Luonnonvarakeskus on selvittänyt, voitaisiinko metsänomistajia aktivoida tähän luomalla hiilinielujen kannustinjärjestelmä. Järjestelmä edustaisi uutta ajattelua myös EU:ssa ja edellyttäisi muutoksia unionin ilmastopolitiikan toteuttamisessa, joten pitkähkö aika kuluu ennen kuin tällainen järjestelmä voidaan luoda (Hänninen, ym. 2017, 85).

Tällä hetkellä Pohjanmaan Biojalostamon suunnitellulla hankinta-alueella pienpuun korjuun hoitavat pääsääntöisesti alueella toimivat metsänhoitoyhdistykset. Päätuote on karsittu ranka ja asiakkaina ovat alueella paikallisesti lämpöenergiaa tuottavat joko kokonaan tai osittain kuntien omistamat energiayhtiöt. Siirtyminen karsittuun rankaan perustuu sii-

hen, että korjuuyrittäjät voivat hoitavat korjuun samalla kalustolle kuin normaalin ainespuun korjuun. Myös kaukokuljetuksessa voidaan käyttää normaaleja puutavara-autoja. Luonnonvarakeskuksen tilastoista voidaan todeta, että viime vuosien aikana karsitun rangan osuus Suomessa on ollut kaksi viidesosaa metsähakkeen raaka-aineeksi ostetuista metsäbioenergiajakeista (Luonnonvarakeskus 2017).

Metsänomistajan näkökulmasta karsittu ranka on kiinnostava, koska rangasta maksetaan metsänomistajalle metsäbioenergiajakeista tällä hetkellä paras hinta. Biohiilen raaka-aineeksi rankapuu soveltuisi laadun puolesta varsin hyvin, mutta karsitun rangan korkeat korjuukustannukset nostavat hinnan niin korkealle tasolle, että suuressa määrin sitä ei ole mahdollista käyttää biohiilen raaka-aineena (Luonnonvarakeskus 2017).

Joitakin vuosia sitten kokopuuna korjuu oli suosittua, mutta kalliiden korjuukustannusten sekä energiapuun kannattavuutta heikentäneiden Kemera-tukien muutoksien vuoksi kokopuun korjuun osuus on jäänyt nykyisin hyvin pieneksi. Käydyissä neuvotteluissa metsäalan eri toimijoiden kanssa on pohdittu korjuuteknologian ja logistiikan kehittämismahdollisuuksia, joilla voitaisiin parantaa kokopuuna korjattavan pienpuun kustannustehokkuutta. Samassa yhteydessä on myös noussut esiin Pohjanmaalla hyvin yleisten pellonreunametsiköiden hyödyntämispotentiaali biohiilen raaka-aineeksi. Pellonreunametsiköt kasvavat usein metsätalouden näkökulmasta tarkastellen vähäarvoisia puulajeja. Lisäksi pellonreunat olisi raivattava peltojen kunnossapidon vuoksi, koska ne haittaavat viljelyä ja varsinkin lehtipuut leviävät myös ojiin heikentäen niiden toimivuutta.

Metsäteho on selvittänyt komposiittirakenteiden hyödyntämistä siirtokonteissa. Metsähakkeen kuljetuksessa hyötykuormaa voidaan suurentaa kehittämällä kevyempiä kuljetusratkaisuja tai kehittämällä tilavampia kuljetusratkaisuja. Hankkeen selvitysten lopputuloksena oli, että komposiittikonteilla voidaan päästä jopa yli 20 %:n kustannussäästöihin verrattuna perinteiseen kiinteäkuormatilaiseen logistiikkaan metsähakkeen autokuljetuksessa. Kun kontit ovat kevyitä, voidaan hyötykuormaa lisätä. Siirtokonteilla saadaan aikaan logistiikan tehostumista ja standardikalustoa voidaan hyödyntää sesonkiajan ulkopuolella (Föhr, Karttunen, Korpinen, Knutas, Laitinen, Lättilä & Ranta 2013).

Pohjanmaan Biojalostamolla on merkittävä etu puolellaan mahdollisena pienpuun käyttäjänä. Biohiilen tuotantoprosessi mahdollistaa materiaalien kuljetuksen suoraan korjuun

ja haketuksen jälkeen tehtaalle eikä materiaaleja tarvitse kuivattaa jopa vuosien ajan niin kuin energiapuun osalta vielä pääosin nykyisin toimitaan. Tällä on suuri vaikutus pienpuuta asiakkaille toimittavien organisaatioiden kustannuksiin, koska pääomaa ei sitoudu vuosiksi tienvarsivarastoissa kuivuviin materiaaleihin. Suora logistiikka Pohjanmaan Biojalostamolle minimoi myös metsävarastoissa esiintyvän metsätuholaisten leviämiskin. Suora logistiikka metsästä biojalostamolle tukisi hyvin myös edellä mainittua Metsätehon selvittämää toimintatapaa, jota olisi mahdollista lähteä vielä edelleen kehittämään.

Pienpuuhakkuilla saavutetaan merkittäviä etuja. Niillä parannetaan metsänhoidollista tilaa puutteellisesti hoidetuissa, tiheissä nuorissa kasvatusmetsissä. Tämä edistää edelleen kasvatettavaksi jätettävän puuston järeytymistä ja parantaa ensimmäisen ainespuuharvennuksen kannattavuutta. Puustoa ei tarvitse raivata ennakoon, mikä pienentää kuluja. Lisäksi korjuumäärä ei ole riippuvainen suhdanteista. Pienpuuhakuilla tuetaan metsänomistajien metsätalouden tavoitteita niin taloudellisessa mielessä kuin metsäluonnon monimuotoisuuden edistämiseksi. Pidemmällä tähtäimellä tuetaan metsä – ja sahateollisuuden puunhankintaa.

### **6.1.2 Päätehakkuiden hakkuutähteet**

Latvusmassan eli päätehakkuiden hakkuutähteiden tekninen korjuupotentiaali on koko Suomessa 6,6 miljoonaa kuutiometriä vuodessa viime vuosien keskimääräisen ainespuuhakkuiden volyymin mukaan. Tällä hetkellä ainespuuhakkuut ovat nousemassa uusien tehtaiden ja tehostettujen tuotantojen myötä kasvavien tuotantomäärien vaatimusten mukaisesti. MELA-hakkuulaskelmiin pohjautuvan arvion mukaan suurin kestävä ainespuun hakkuumahdollisuus on lähes 73 milj. m<sup>3</sup> vuodessa ja energiapuun hakkuumahdollisuus 21 milj. m<sup>3</sup> vuodessa. Ainespuun suurin kestävä hakkuutaso tarkoittaisi hakkuutähteiden määrän nousua jopa 11,6 miljoonaan kuutiometriin (Anttila, ym. 2014,16).

Hakkuutähteistä syntyvä metsähake eli hakkuutähdehake toimitetaan tällä hetkellä pääosin suuriin biomassaa raaka-aineenaan käyttäviin voimaloihin kuten CHP-laitoksiin, jotka tuottavat sekä sähkö – että lämpöenergiaa. Suurimmissa voimaloissa kyetään polt-

tamaan myös tavallista kosteampaa polttoainetta. Pienemmissä polttolaitoksissa hakkuutähteen käyttö on jäänyt nykyisin melko vähäiseksi johtuen poltossa esiintyvistä ongelmista.

Kuusivaltaisilta uudistusaloilta on mahdollista korjata kantoja ja hakkuutähteitä. Biohiilen raaka-aineeksi kannot eivät sovellu niiden sisältämien hiekan ja muiden epäpuhtauksien vuoksi. Hakkuutähteet sen sijaan soveltuvat biohiilen raaka-aineeksi hyvin. Hakkuutähteen korjuu on tärkeä toimenpide heti uudistushakkuun jälkeen, koska sillä mahdollistetaan laadukas maanmuokkaus. Hyvä maanmuokkaus parantaa taimien elinolosuhteita ja ehkäisee tukkimiehentäin aiheuttamia taimituhoja. Hakkuutähteettömillä alueilla mätästys (laikkumätästys/kääntömätästys) on keskimäärin noin 15 % nopeampaa kuin hakkuutähteellisillä. Hakkuutähteen poiston jälkeen on mahdollista päästä kevyemmällä sekä tuotokseltaan paremmilla laitteilla teknisesti riittävän hyvään muokkausjälkeen. Tällöin myös kustannukset maanmuokkauksen osalta alenevat (Saksa, Tervo & Kautto, 2002.)

Pohjanmaan Biojalostamon mahdollisuuksia hankkia hakkuutähteitä kilpailukykyiseen hintaan parantaa myös se, että hakkuutähteitä ei tarvitse kuivattaa metsävarastossa. Tämä mahdollistaa hakkuutähteen kuljetuksen välittömästi päätehakkuun jälkeen samalla metsätraktorilla, millä ainespuiden metsäkuljetus on suoritettu. Näin toimien korjuun suorittavalle organisaatiolle tulee merkittäviä kustannussäästöjä, koska organisaation ei tarvitse myöhemmässä vaiheessa viedä uudelleen konekalustoa uudistushakkuualueelle kuljettamaan hakkuutähteitä välivarastoon.

Pohjanmaan Biojalostamon suunnitellun biohiilipellettiä tuottavan tehtaan kokonaiskapasiteetti tulee olemaan maksimissaan 35 000 tonnia vuodessa. Torrefiointiprosessissa käytettävästä raaka-aineen biomassasta häviää keskimäärin 30 %, joten tehtaan saavutettua huippukapasiteetin on raaka-ainetarve noin 46 000 tonnia vuodessa. Hakekuutioina määrä tarkoittaa noin 200 000 irtokuutiometriä määrää vuodessa (Flyktman, ym. 2011, 30).

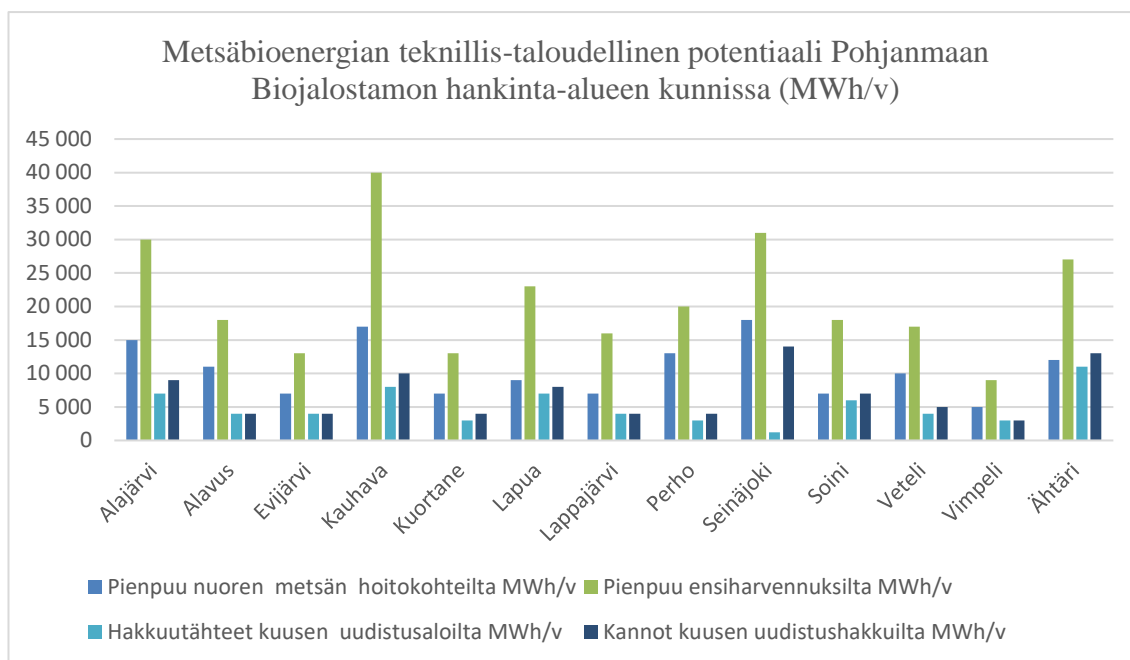


### **6.1.3 Metsäbioenergian teknillis-taloudellinen potentiaali Pohjanmaan Biojalostamon hankinta-alueella**

Laurilan ym. (2010) tekemässä selvityksessä metsäbioenergian potentiaalista Etelä-Pohjanmaan Metsäkeskuksen alueella teknillis-taloudellisen potentiaalin katsotaan olevan 50 % teoreettisesta potentiaalista. Laskelma perustuu valtakunnan metsien inventointiin (VMI10). Laskelmassa on käytetty kuorellisen puun tuoretta energiasisältöä 2 MWh/m<sup>3</sup>. Etelä-Pohjanmaan metsäkeskusalueen keskimääräinen hehtaarikohtainen teknis-taloudellinen metsäenergiapotentiaali metsämaan pinta-alaa kohti tarkasteltuna oli 1,4 MWh/ha/v (Laurila, Tasanen & Lauhanen 2010, 355).

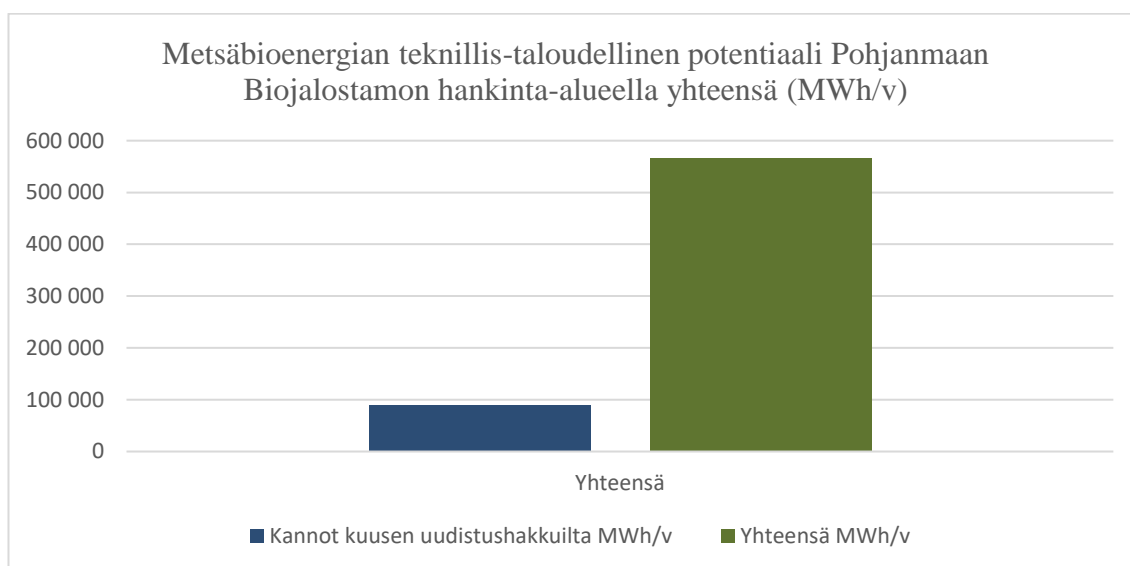
Metsäbioenergian teknillis-taloudellinen potentiaali vaihtelee eri kunnissa Pohjanmaan Biojalostamon suunnitellulla hankinta-alueella johtuen pääosin kuntien alueella sijaitsevan metsätalousmaan pinta-alasta sekä kasvupaikkojen ravinteisuudesta (Laurila ym. 2010, 362).

Kuviosta 8 voidaan todeta, että suurin hakkuutähdepotentiaali on Seinäjoella, Ähtärissä, Kauhavalla ja Alajärvellä. Suurin pienpuupotentiaali on Kauhavalla, Seinäjoella, Alajärvellä ja Ähtärissä. Kannot kuusen uudistusaloilta ovat myös mukana taulukossa, vaikka nykyisen tiedon perusteella niiden käyttö biohiilipelletin valmistukseen ei ole perusteltua kantojen sisältämien hiekkaisuuden ja kivien vuoksi.



KUVIO 8. Metsäbioenergian teknillis-taloudellinen potentiaali Pohjanmaan Biojalostamon hankinta-alueen kunnissa (Laurila ym. 2010).

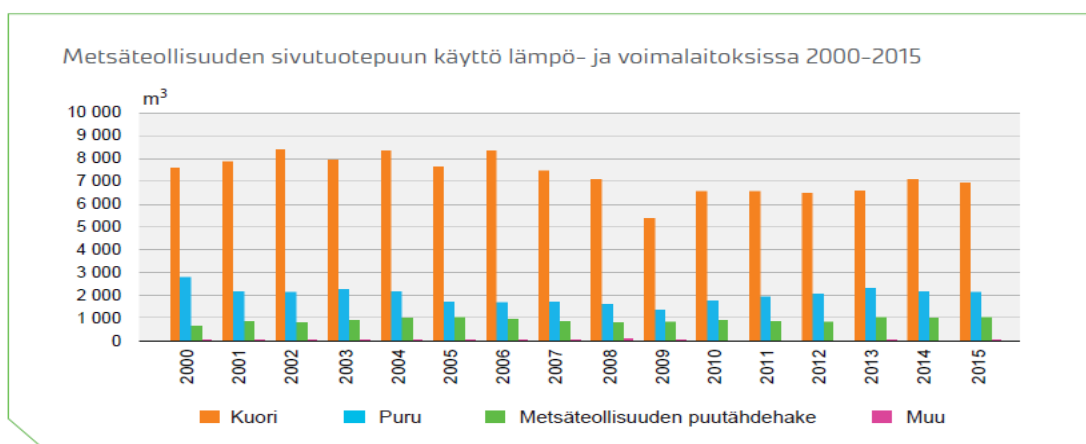
Kuviosta 9 voidaan todeta, että Pohjanmaan Biojalostamon suunnitellulla hankinta-alueella metsäbioenergian teknillis-taloudellinen potentiaali on yhteensä 567 000 MWh/v. Kun vähennetään kantojen osuus (89 000 MWh), saadaan potentiaaliksi 478 000 MWh/v.



KUVIO 9. Metsäbioenergian teknillis-taloudellinen potentiaali Pohjanmaan Biojalostamon hankinta-alueella yhteensä (Laurila ym. 2010).

## 6.2. Metsä- ja puutuoteteollisuuden sivutuotteet

Metsä – ja puutuoteteollisuudessa tehtävien investointien ansiosta sivutuotteet ovat lisääntymässä merkittävästi. Vuonna 2015 kuoren määrä oli noin 7 miljoonaa kuutiometriä ja sahanpurun 2 miljoonaa kuutiometriä (kuvio 10). Tehdyt ja parhaillaan työn alla olevat investoinnit lisäävät sivutuotteita noin 7 miljoonaa kuutiometriä vuoden 2015 määriin verrattuna. (VTT 2017. Luettu 17.11.2017. <https://www.sli-deshare.net/mmmviestinta/metsteollisuuden-sivuvirtojen-hydyntminen-markku-karls-son>).



KUVIO 10. Metsäteollisuuden sivutuotepuun käyttö 2000-2015.

### 6.2.1 Kuori

Kuoren määrä runkopuusta on n. 10 % tilavuudesta vaihdellen seuraavasti: kuusi 9,3 %, Havupuu 9,7 %, lehtipuu (koivu) 12 %. Kuoren kuiva-tuore tiheys vaihtelee: mänty 300 kg/m³, kuusi 340 kg/m³, koivu 550 kg/m³. Kosteuspitoisuus vaihtelee: havupuu, 40–50 % (kuiva kuorinta), 60–70 % (märkäkuorinta), koivu 40–50 % (kuiva kuorinta), 65–70 % (märkä kuorinta). (Metsäntutkimuslaitos 2014. Luettu 17.11.2017. [www.metla.fi/tapah-tumat/2015/biokokkola/Korpinen.pdf](http://www.metla.fi/tapah-tumat/2015/biokokkola/Korpinen.pdf)).

Vuositasolla tällä hetkellä suunnitellulla Pohjanmaan Biojalostamon hankinta-alueella toimivien sahateollisuuden yritysten sahauksen sivutuotteena kuorta tulee myyntiin noin 100 000 irtokuutiometriä vuodessa. Parhaillaan tehtävien investointien jälkeen myyntiin

tulevan kuoren kokonaismäärä vuositasolla on noin 170 000 irtokuutiometriä. Lisäksi Äänekoskelle valmistuvan Metsä-Fibren uuden biotuotetehtaan arvioidaan synnyttävän kuorta vuositasolla noin 500 000 m<sup>3</sup>, josta yhtiön ilmoittaman mukaan puolet kuluu heidän omassa energiatuotannossa ja puolet kuoresta on myytävissä ulkopuolisille asiakkaille. Jo tällä hetkellä kuoren myynti sahojen potentiaalisille sivutuotevirtojen asiakkaille on ongelma ainakin osalla sahoista. Merkittävästi lisääntyvä kuoren tarjonta Etelä-Pohjanmaan ja Keski-Suomen alueella parantaa kuoren kilpailukykyä energiaa tuottavien yritysten polttoraaka-aineena.

Raaka-ainevalintaa tehtäessä tärkeänä päätöksen perusteena on myös eri raaka-aineiden sisältämät tuhka-aineet (taulukko 1). Kuoren käyttö biohiilen raaka-aineena olisi muuten mahdollista, mutta kuoripelletin poltossa kertyy runsaasti tuhkaa. Lisäksi kuori sisältää kadmiumia, joten esimerkiksi agrobihiilen valmistukseen kuori ei sovellu. Kokonaisuutena on tehtävä vielä lisäselvityksiä siitä, mikä todellisuudessa tulee olemaan kuoren potentiaali biohiilituotteita valmistettaessa. Lopputuloksena tässä vaiheessa on, että kuorta ei hankita biohiilipelletin raaka-aineeksi ennen lisäselvityksiä johtuen kuoripelletin sisältämisestä haitallisten aineiden suuresta määrästä (Werkelin, Skrifvars ja Hupa, 2005).

TAULUKKO 1. Puupolttoaineiden ja kuoripolttoaineiden tuhka-aineiden vaihteluvälit. Lähde: Werkelin, Skrifvars ja Hupa, 2005.

ppm kuiva-aineesta	Puupolttoaineet		Kuuripolttoaineet	
	Min	Max	Min	Max
Kloori	10	200	60	910
Fosfori	40	110	250	600
Natrium	10	150	30	500
Pii	20	1000	70	11900
Alumiini	4	240	50	2100
Magnesium	110	220	340	1100
Kalium	400	900	1200	2200
Mangaani	30	100	100	530
Rauta	2	210	60	1600

### 6.2.2 Sahanpuru

Sahanpurua syntyy sahausprosessissa keskimäärin noin 10 %, josta sahateollisuuden muuttamat yritykset jalostavat omassa tuotannossaan tällä hetkellä vaaleaa pellettiä omilla toimipaikoillaan. Pohjanmaan Biojalostamon hankinta-alueen sahojen sahanpurun myyntiin tuleva kokonaismäärä on tällä hetkellä noin 150 000 irtokuutiometriä ja vuodesta 2020 alkaen yli 200 000 irtokuutiometriä. Arinapolttolisissa kattiloissa puru ei sovellu polttoraaka-aineeksi, joten sahanpurulle on löydettävä tulevaisuudessa uusia käyttökohteita, jotta siitä ei muodostu sahoille isoa ongelmaa. Merkittävästi lisääntyvä sahanpurun tarjonta Etelä-Pohjanmaan ja Keski-Suomen alueella luo hyvät edellytykset sahanpurun käyttämiselle biohiilipelletin raaka-aineena.

Biohiilipelletin koostumuksen kannalta on kuitenkin tärkeää, että valmistuksessa haetaan oikea seossuhde raaka-aineita, jotta voidaan varmistua pelletin mekaanisesta kestävydestä. Mekaanisella kestävyydellä tarkoitetaan pellettien ja brikettien isku- ja/tai hankautumiskestävyyttä käsittely – ja kuljetusprosessien aikana. Mekaanisen kestävyuden määrittäminen menetelmä ja tarvittava laitteisto pelleteille kuvataan standardissa SFS-EN ISO 17832-1:2016 (Alakangas, E. 2000).

### 6.2.3 Hirsitaloteollisuuden sivutuotteet

Kokonaisuutena lähialueen hirsitaloteollisuuden yrityksissä syntyy vuodessa höyläysten yhteydessä noin 50 000 irtokuutiometriä kuivaa kutterinlastua ja sahanpurua, josta noin puolet yritykset käyttävät omassa energiantuotannossaan ja puolet toimitetaan nykyisin pääosin vaaleaa pellettiä valmistaville asiakkaille. Neuvottelujen perusteella on mahdollista hankkia tuo nykyisin valkoisen pelletin tuotantoon toimitettava määrä 25 000 irtokuutiometriä kuivia jakeita Pohjanmaan Biojalostamon raaka-aineeksi. Kutterinlastu sekä kuiva sahanpuru soveltuvat myös biohiilipelletin raaka-aineeksi erityisesti siitä syystä, että niiden käyttäminen pienentää merkittävästi biohiilen raaka-aineen kuivauksessa tarvittavaa lämpöenergian tarvetta (Vuorinen, L. 2014, 17).

## **7 POHJANMAAN BIOJALOSTAMON HANKINTA – JA LOGISTIIKKA-STRATEGIA**

Raaka-aineintensiivisissä tuotteissa raaka-aine muodostaa merkittävimmän osan koko tuotteen kustannusrakenteesta. Biohiilipelletti on juuri tällainen tuote, jonka kokonaiskannattavuus perustuu hyvin pitkälle hankintojen kustannustehokkaaseen suorittamiseen ja toimituslogistiikan hallintaan. Hankintatoimen kehittäminen edellyttää panostusta hankinnan osaamisiin, resursseihin ja hankintaorganisaation muodostamiseen. Pk-sektorin yritykset toimivat usein niukoin resurssein, joten jo toiminnan alkuvaiheessa on hankintojen ja logistiikan hallinta Pohjanmaan Biojalostamon toiminnassa toteutettava riittävin resurssein (Anttila, Jussila, Mikkola, 2013, 18).

Pohjanmaan Biojalostamon näkökulmasta mahdollisimman hyvin paikkansa pitävällä ennakkoinformaatiolla raaka-aineiden toimituksista on iso merkitys suunnitelmallisuuden kehittämiseksi. Hyvin toimivan raaka-aineiden hankinnan lähtökohtana on oltava materiaalien kotiutus oikea-aikaisesti tehtaalte. Varastojen kiertonopeus on pysyttävä riittävän nopeana, jotta pääomaa sitoutuu varastoihin vain sen verran mikä on välttämätöntä. Isojen puunhankintaorganisaatioiden kanssa yhteistyötä tehtäessä suunnitelmallista toimintaa on hyvä mahdollisuus toteuttaa, koska energiapuun hankinnan ollessa sidottu osaksi teollisuuden puunkorjuuta, korjuun ja kuljetusten ohjauksessa hyödynnetään pääosin samoja oston, korjuun ja kuljetusten ohjauksen tietojärjestelmiä kuin ainespuun hankinnan ohjauksessa. (Asikainen ym. 2010).

Myös pienempien organisaatioiden kuten metsänhoitoyhdistysten kanssa toimittaessa on ennakkoinformaatiolla iso merkitys suunnitelmallisen toiminnan aikaansaamiseksi. On selvää, että metsänhoitoyhdistysten tietojärjestelmät eivät ole resurssien pienuuden vuoksi samalla tasolla kuin isojen metsäyhtiöiden puunhankintaorganisaatioiden järjestelmät. Pienempien organisaatioiden kanssa toimittaessa on hyvällä yhteistyöllä kuitenkin mahdollista saada myös ajantasainen tieto kulkemaan. Oman materiaaliseurannan merkitys korostuu tällaisissa kumppanuuksissa.

Kaikissa teollisissa investointihankkeissa investoinnin valmistumisen jälkeen uuden tuotantolinjaston käyttöönotto vie aikaa vähintään muutamia kuukausia ennen kuin tavoit-

teeksi asetettu kapasiteetti on saavutettu. Kysymys on uuden linjaston monien eri teknisten asioiden lopulliseen kuntoon saattamisesta ja toisaalta miehistön oppimisesta linjaston käyttötehtäviin. Tätä periaatetta noudattaen vuoden 2019 tuotantomäärä on laskettu ensimmäisen 10 kuukauden aikana 60 %:n tehokkuudella tavoitteeksi asetetusta lopullisesta tehokkuudesta. Tällä perusteella ensimmäisen toimintavuoden kapasiteetiksi muodostuu puolet suunnitellusta maksimikapasiteetista eli se on 17 500 tonnia. Tuotantomäärä ja siitä johdettu raaka-ainetarve on laskettu siten, että tuotanto käynnistyisi maaliskuun alussa vuonna 2019.

Pohjanmaan Biojalostamon raaka-ainehankinnan perustana on valmiiden tuotteiden kokonaistuotantomäärä ja sen perusteella lasketut raaka-aineiden märkätonnit tuotantoprosessin hukka huomioiden. Tehdasnäkökulmasta asiaa ajatellen, on kuitenkin helpompi tehtaalle kotiutettavien materiaalien osalta käyttää yksikkönä irtokuutiometriä. Kokonaisuutena tonneista johdettuna Pohjanmaan Biojalostamon ensimmäisen toimintavuoden 2019 raaka-ainetarve on 85 500 irtokuutiometriä.

Vuoden 2020 tuotantomäärän laskentaperusteena on 11 kuukauden tuotanto, koska ensimmäisen toimintavuoden jälkeen on vuonna 2020 otettava huomioon kesälomien ja muiden vapaiden vaikutukset käytössä oleviin työpäivien määrään. Vuonna 2020 tuotantomääräksi kertyy 32 000 tonnia, minkä perusteella raaka-aineen hankintatarve on 200 000 irtokuutiometriä. Vuodesta 2021 alkaen tuotantomäärien kasvuksi on suunniteltu 3 %:n kasvu edellisvuodesta vuoden 2023 loppuun saakka. Vuonna 2023 ollaan tilanteessa, jolloin maksimikapasiteetti on saavutettu ja liiketoiminnan kasvun mahdollistamiseksi on tehtävä joko tehostamisinvestointeja tai rakennettava toinen tuotantolinja.

Selvityksissä on voitu todentaa, että riittävät raaka-ainemäärät ovat saatavissa suunnitellun 35 000 tonnin maksimikapasiteetin omaavan biohiilipellettitehtaan raaka-aineiksi. Hankintasuunnitelman lähtökohtana on tämän hetken tiedon mukainen optimaalinen raaka-ainejakauma. Suunnitelmassa painotetaan sahanpurun maksimaalista hyödyntämistä, koska sahanpurua on alueelta saatavissa erittäin isoja määriä ja hinta on kilpailukykyinen muihin raaka-aineisiin verrattuna. Jakaumaa voidaan tarpeen mukaan muuttaa toiminnan käynnistymisen jälkeen, kun voidaan todentaa käytännön toiminnassa, onko nyt suunniteltu jakauma sopiva.

Metsäbioenergiajakeiden hankinnassa ostettaisiin materiaalit pääosin valmiiksi hakettuna ja tehtaalle kuljetettuna. Tärkeä peruste tälle on se, että näin toimien biohiilipellettitehtaan raaka-ainehuollosta vastaavan ei tarvitse huolehtia haketuksista metsävarastolla eikä kaukokuljetusten organisoinnista. Samalla ei tule myöskään vastuuta metsäautoteiden kunnossapidosta, mikä on lämpenevissä ja sateisissa ilmasto-olosuhteissa merkittävä kustannus raakapuun hankinnassa. Pohjanmaan Biojalostamolle hankitaan myös oma haketusasema. Tällä on tärkeä merkitys niissä tilanteissa, joissa sopivia metsäbioenergia-kohteita on tehtaan lähistöllä. Tällöin on järkevää ostaa materiaalit hakettamattomina, koska lyhyiltä etäisyyksiltä kokorangan kaukokuljetuskustannukset pysyvät varsin maltillisina. Myös lämpöenergiaa biohiilipellettiprosessiin tuottavan 4 MW:n biovoimalan raaka-aineet haketetaan tehtaalla. Biovoimalan raaka-aineina käytetään mahdollisimman edullisia raaka-aineita kuten kierrätysjätepuuta ja puun kuorta.

Puutuoteteollisuuden sivutuotteet pyritään hankkimaan organisoimalla kaukokuljetus biohiilipellettitehtaan raaka-ainehuollosta vastuullisen henkilön toimesta. Tämä helpottaa raaka-ainehuollon kokonaisuuden hallintaa, koska näin voidaan puutuoteteollisuuden sivutuotteiden osalta saada hankintaan joustovaraa, jota aina tuotannollisessa toiminnassa tarvitaan. Sahanpurua voidaan tarvittaessa ostaa myös hankinta-alueen ulkopuolelta, jos käytettävälle kuljetusyhtiölle tulee sopiva paluukuorma kuljetettavaksi. Varsinkin Varsinais-Suomessa ja Satakunnassa sijaitsevat sahateollisuuden yritykset ovat käytyjen keskustelujen perusteella potentiaalisia sahanpurun toimittajia, koska kuljetusyhtiöllä on kyseisten maakuntien alueille kuljetuksia Alajärveltä merkittävästi.



## 8 POHJANMAAN BIOJALOSTAMON RAAKA-AINEIDEN HANKINTA - JA LOGISTIIKKASUUNNITELMAT

### 8.1. Raaka-aineiden keskimääräiset hinnat käyttöpaikalla

Kuvion 11 mukaan metsäpohjaisen voimalaitospolttoaineiden keskimääräinen hinta käyttöpaikalla, on vuoden 2017 joulukuussa 18,62 €/MWh. Energian hinta vaihtelee vuodenaikojen mukaan, koska talviaikana Suomessa kuluu energiaa huomattavasti kesäkaudesta enemmän. Viimeisen kuukauden aikana hinnat ovat nousseet 5,68 % ja vuoden 2017 alusta keskimääräinen hinta on pudonnut 0,26 % (Tilastokeskus, Energian hinnat).

#### Metsäpohjaisen energian hinta käyttöpaikalla, €/MWh

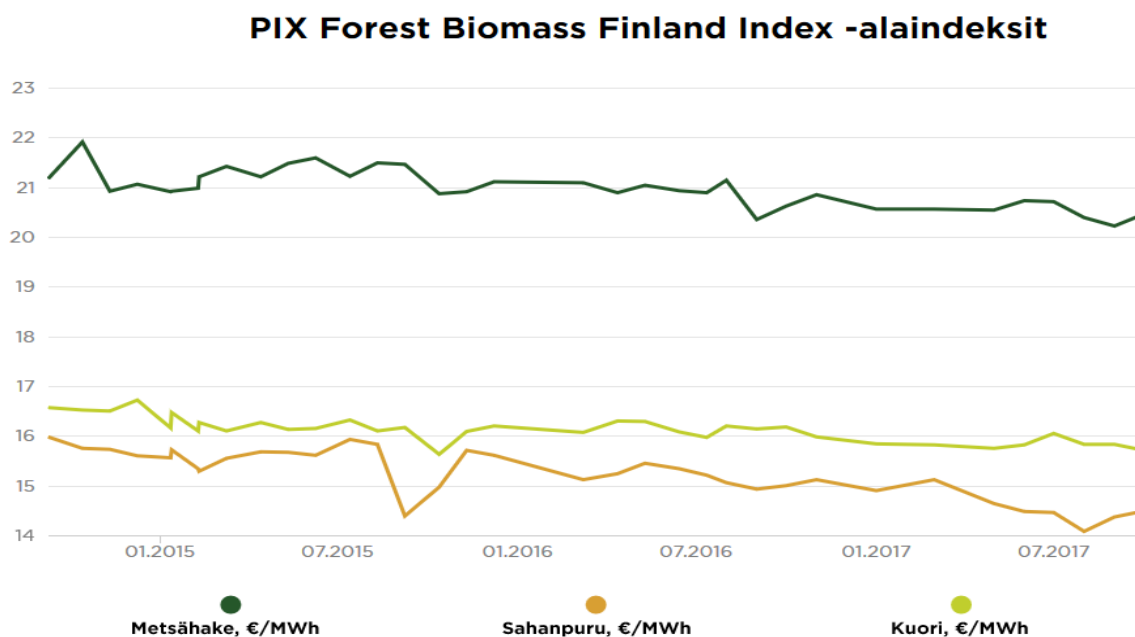
PIX Forest Biomass Index (Suomen metsähake, puru ja kuori)	Arvo	
<b>12/2017</b>	<b>18,62</b>	
11/2017	17,62	
Vuoden alussa	18,88	
Kuukausimuutos	<b>1 (5.68 %)</b>	↓
Muutos vuoden alusta	<b>-0.26 (-1.38 %)</b>	↑

PIX Pellet Nordic Index (Pohjoismaiden teollinen pelletti)	Arvo	
<b>12/2017</b>	<b>27,41</b>	
11/2017	26,60	

KUVIO 11. Metsäpohjaisen energian hinta käyttöpaikalla (Tilastokeskus, Energian hinnat).

Eriteltynä eri jakeiden hinnat poikkeavat toisistaan melko selvästi (kuvio 12). Metsähakkeen hinta on 20 €/MWh, kuoren hinta 15,7 €/MWh ja sahanpurun hinta 14,5 €/MWh. Tämä osoittaa se, että biohiilen valmistuksessa metsähakkeella ei voi olla kovin merkittävää osuutta raaka-ainehankinnassa (Tilastokeskus, Energian hinnat).



KUVIO 12. Kuoren, metsähakkeen ja purun hinta käyttöpaikalla (Tilastokeskus, Energian hinnat).

## 8.2. Raaka-aineiden hankintasuunnitelma vv. 2019-2020

### 8.2.1 Metsäbioenergia

Materiaalien saatavuuden ja hintatason lähteenä ovat Pohjanmaan Biojalostamon hankinta-alueella metsäbioenergiajakeita hankkivien yhtiöiden ja metsänhoitoyhdistysten avainhenkilöiden haastattelut sekä heiltä saadut tarjoukset.

Metsäbioenergian raaka-aineselvityksessä voitiin todeta, että metsäbioenergian hintataso on korkea ja ilman merkittäviä muutoksia hintatasoon, ei biohiilipellettiä tuottava Pohjanmaan Biojalostamo voi käyttää sitä suuria määriä raaka-aineenaan. On kuitenkin mahdollista, että Pohjanmaalla laajasti esiintyvistä pellonreunametsiköistä löytyy huomattavasti isompi määrä biohiilipelletin raaka-aineita mitä raaka-aineselvityksessä on saatu tarjouksia. Osa metsänhoitoyhdistyksistä todennäköisesti aktivoituu vasta siinä vaiheessa, kun ostajana on yritys. Myös hintataso voi olla merkittävästi nyt saatuja tarjouksia alhaisempi. Määrien kokoon saaminen kustannustehokkaasti edellyttää pellonreunametsiköiden korjuun tehokasta organisointia ja joukkokäsittelytekniikan käyttämistä hakkuussa.

Taulukossa 2 on esitetty metsäbioenergian kokonaismääräpotentiaali sekä keskimääräinen hintataso tehtyjen selvitysten perusteella Pohjanmaan Biojalostamon hankinta-alueella. Määrä poikkeaa merkittävästi kuvioissa 8 ja 9 esitetystä teknillis-taloudellisesta potentiaalista. Syynä tähän on pääosin se, että kaikki organisaatiot eivät lähteneet tarjoamaan Pohjanmaan Biojalostamo – hankkeeseen potentiaalisia määriä, koska heidän mielestään neuvotteluosapuoleksi tarvitaan lopulta todellinen hankintoihin sitoutuva yritys. Osa organisaatioista kuitenkin suhtautui hankkeeseen hyvin myönteisesti ja he näkivät biojalostamon olevan hyvin tervetullut toimija alueelle, jolloin metsäbioenergialle saataisiin laajasti kysyntää. Todelliset määrät ja hintatasot selviävät lopullisesti kuitenkin vasta siinä vaiheessa, kun biojalostamon toiminta on alkanut ja raaka-aineita käytännössä hankitaan.

**TAULUKKO 2.** Pohjanmaan Biojalostamon hankinta-alueen metsäbioenergiapotentiaali (Tilastokeskus, Energian hinnat).

Pohjanmaan Biojalostamo - hanke	Metsäbioenergia					
<b>Yhteensä</b>						
<b>Kuusen uudistusalat</b>	<b>€/i-m<sup>3</sup></b>	<b>€/tn</b>	<b>€/Mwh</b>	<b>i-m<sup>3</sup></b>	<b>tn</b>	<b>MWh</b>
Hakkuutähteet	13,63	45,42	16,03	34 200	10 260	29 070
<b>Nuoren metsän hoitokohteet</b>	<b>€/i-m<sup>3</sup></b>	<b>€/tn</b>	<b>€/Mwh</b>	<b>i-m<sup>3</sup></b>	<b>tn</b>	<b>MWh</b>
Karsittu ranka	17,64	58,80	20,75	19 792	5 938	16 823
<b>Myöhästyneet taimikonhoitokohteet</b>	<b>€/i-m<sup>3</sup></b>	<b>€/tn</b>	<b>€/Mwh</b>	<b>i-m<sup>3</sup></b>	<b>tn</b>	<b>MWh</b>
Kokopuu	13,87	46,25	19,27	6 708	2 013	5 702
<b>Pellonreunametsiköt</b>	<b>€/i-m<sup>3</sup></b>	<b>€/tn</b>	<b>€/Mwh</b>	<b>i-m<sup>3</sup></b>	<b>tn</b>	<b>MWh</b>
Kokopuu	16,17	53,90	22,46	646	194	549
<b>Keskiarvo, yhteensä</b>	<b>15,33</b>	<b>51,09</b>	<b>19,63</b>	<b>61 346</b>	<b>18 404</b>	<b>52 144</b>

### 8.2.2 Puutuoteteollisuuden sivutuotteet

Materiaalien saatavuuden ja hintatason lähteenä ovat Pohjanmaan Biojalostamon hankinta-alueella toimivien puutuoteteollisuuden yritysten avainhenkilöiden haastattelut sekä heiltä saadut tarjoukset.

Puutuoteteollisuuden sivutuotteiden potentiaali on erittäin suuri Pohjanmaan Biojalostamon hankinta-alueella. Varsinkin sahojen sivutuotteita on alueella saatavissa riittävästi ja niiden hintataso on merkittävästi metsäbioenergiaa edullisempi, joten hankintasuunnitelmissa määrät painottuvat voimakkaasti puutuoteteollisuuden sivutuotteisiin. Taulukossa 3 on tarkasteltu tilannetta vuodesta 2020 alkaen, jolloin alueella puutuoteteollisuuden tuotantomäärät ovat suunnitelman mukaisesti nousseet nykytilanteeseen verrattuna merkittävästi ja näin ollen myös sivutuotteiden määrät ovat kasvaneet. Vuonna 2019 määrät ovat noin 30 % pienemmät, mutta määrät ovat Pohjanmaan Biojalostamon ensimmäisen toimintavuoden hankintamääriin verrattuna kuitenkin täysin riittävät, koska raaka-ainetarve on noin 50 % täyden kapasiteetin tilanteeseen verrattuna, mikä saavutetaan suunnitelman mukaan vuonna 2020.

TAULUKKO 3. Pohjanmaan Biojalostamon hankinta-alueen puutuoteteollisuuden sivutuotteiden potentiaali (Tilastokeskus, Energian hinnat).

Pohjanmaan Biojalostamo -hanke		Puutuoteteollisuuden sivutuotteet				
<b>Yhteensä</b>						
<b>Kutterinlastu</b>	<b>€/i-m<sup>3</sup></b>	<b>€/tn</b>	<b>€/Mwh</b>	<b>i-m<sup>3</sup></b>	<b>tn</b>	<b>MWh</b>
	5,29	52,86	10,16	28 000	2 800	14 560
<b>Kuori</b>	<b>€/i-m<sup>3</sup></b>	<b>€/tn</b>	<b>€/Mwh</b>	<b>i-m<sup>3</sup></b>	<b>tn</b>	<b>MWh</b>
	5,85	19,50	10	100 367	30 110	60 220
<b>Sahanpuru</b>	<b>€/i-m<sup>3</sup></b>	<b>€/tn</b>	<b>€/Mwh</b>	<b>i-m<sup>3</sup></b>	<b>tn</b>	<b>MWh</b>
	7,05	23,50	12	218 701	65 610	120 285
<b>Keskarvo, yhteensä</b>	<b>6,06</b>	<b>31,95</b>	<b>10,65</b>	<b>347 068</b>	<b>98 520</b>	<b>195 066</b>

### 8.2.3 Raaka-aineiden vuositason hankintasuunnitelmat vv. 2019-2020

Liitteissä 4 ja 5 ovat esitettynä raaka-aineiden kahden ensimmäisen toimintavuoden hankintasuunnitelmat. Biohiilipelletin ominaisuuksiin raaka-aineiden kosteudella ei ole merkitystä, koska ennen torrefiointia biomassa yleensä kuivataan n. 15 %:n kosteuteen (Koppejan ym. 2012, 3). Alkuperäisen biomassan kosteuspitoisuus ei näin ollen vaikuta biohiilen lopulliseen kosteuteen, mutta mitä kuivempaa biomassa on, sitä vähemmän energiaa tarvitaan sen kuivaamiseen. Tähän perustuu myös suunnitelma käyttää kutterinlastua hankinta-alueelta saatavissa oleva maksimimäärä, koska näin vähennetään biohiilipelletin tuotantoprosessissa tarvittavan kuivausenergian määrää (Koppejan ym. 2012, 3). Kutterinlastun paino on lisäksi hyvin alhainen (0,1 tonnia/irtokuutio), jonka vuoksi sitä ei kannata kuljettaa pitkiä matkoja, joten hankinta kohdistuu lähialueen hirsitalotehtaisiin.

Sahanpurun määrä pyritään heti toiminnan alkuvaiheessa maksimoimaan, koska sahanpurun virallisen hintatilaston mukainen markkinahinta on tällä hetkellä alhaisin potentiaalisista raaka-ainejakeista (14,5 €/MWh).

Metsäbioenergian kokonaismääräksi on suunniteltu vain 10 % kokonaistarpeesta johtuen sen korkeasta markkinahinnasta (19,63 €/MWh). Tarkoituksena on hankkia pääosin edullisinta metsäbioenergiaaetta, hakkuutähdehaketta. Myös karsimattomasta rangasta tuotettu metsähake voi tulla kyseeseen, jos hintataso on kustannuskilpailukyinen (max. 20 €/MWh).

### 8.3. Raaka-aineiden kuukausitason hankintasuunnitelma vv. 2019-2020

Taulukossa 4 esitetään raaka-aineiden vuoden 2019 hankintasuunnitelmat kuukausitasolla. Vuonna 2019 tuotannon suunniteltu aloitus tapahtuu maaliskuun alussa. Alkuvaiheen tuotannon ylösajon ja henkilöstön harjaantumisen vaatima aika huomioiden tarvitaan 160 irtokuutiometrin kuormakoolla keskimäärin 3 kuormaa vuorokaudessa.

TAULUKKO 4. Raaka-aineiden hankintojen kuukausisuunnitelma v. 2019

Pohjanmaan Biojalostamo		Raaka-aineiden hankintasuunnitelma					
Raaka-aineet (tn), (irto-m <sup>3</sup> ), (MWh)							
	Vuosi	2019					Kuorman koko i-m <sup>3</sup>
	KK	3-12					160
<b>Yhteensä</b>	<b>pv-suunnitelma</b>						
Vuosi	Työpäiviä	tn / pv	irto-m <sup>3</sup> / pv	MWh / pv	€ / pv	€ / kk	Kuormia / pv
2019							
Maalis	21	108	407	235	2 667	55 997	2,55
Huhti	20	114	428	247	2 800	55 997	2,67
Touko	22	103	389	224	2 545	55 997	2,43
Kesä	19	150	563	325	3 684	69 996	3,52
Heinä	13	88	329	380	2 154	27 999	2,06
Elo	22	129	488	280	3 182	69 996	3,05
Syys	21	108	407	235	2 667	55 997	2,55
Loka	23	99	372	215	2 435	55 997	2,32
Marras	21	108	407	235	2 667	55 997	2,55
Joulu	16	142	535	308	3 500	55 997	3,34
<b>Yhteensä</b>	<b>198</b>				<b>2 830</b>	<b>559 972</b>	<b>2,70</b>
		Raaka-aihehankintojen keskiarvo, € / päivä		Raaka-ainetoimitukset yhteensä € / vuosi		Raaka-ainetoimitusten kuormien lukumäärien keskiarvo, kpl / päivä	

Taulukossa 5 esitetään raaka-aineiden vuoden 2020 hankintasuunnitelmat kuukausitasolla. Vuonna 2020 on suunnitelman mukaisesti ensimmäinen täyden vuoden tuotanto, jolloin tarvitaan 160 irtokuutiometrin kuormakoolla keskimäärin noin 7 kuormaa vuorokaudessa.

TAULUKKO 5. Raaka-aineiden hankintasuunnitelma kuukausittain v. 2020

Pohjanmaan Biojalostamo		Raaka-aineiden hankintasuunnitelma					
Raaka-aineet (tn), (irto-m <sup>3</sup> ), (MWh)							
	Vuosi	2020					Kuorman koko i-m <sup>3</sup>
	KK	1-12					160
Yhteensä	pv-suunnitelma						
Vuosi		tn /	irto-m <sup>3</sup> /	MWh /	€ /	€ /	Kuormia /
2020	Työpäiviä	pv	pv	pv	pv	kk	pv
Tammi	21	397	1 348	751	9 777	205 323	8,43
Helmi	15	334	1 132	684	8 213	123 194	7,08
Maalis	21	318	1 079	652	7 822	164 258	6,74
Huhti	20	334	1 132	684	8 213	164 258	7,08
Touko	22	303	1 029	622	7 466	164 258	6,43
Kesä	19	351	1 192	720	8 645	164 258	7,45
Heinä	0	0	0	0	0	0	0,00
Elo	22	303	1 029	622	7 466	164 258	6,43
Syys	21	318	1 079	652	7 822	164 258	6,74
Loka	23	290	985	595	7 142	164 258	6,15
Marras	21	318	1 079	652	7 822	164 258	6,74
Joulu	16	417	1 416	855	10 266	164 258	8,85
<b>Yhteensä</b>	<b>221</b>				<b>8 241</b>	<b>1 806 842</b>	<b>7,10</b>
		Raaka-aihehankintojen keskiarvo, € / päivä		Raaka-ainetoimitukset yhteensä € / vuosi		Raaka-ainetoimitusten kuormien lukumäärien keskiarvo, kpl / päivä	

#### 8.4. Raaka-ainelogistiikka tehtaalla

Raaka-ainelogistiikassa suunnitelmana on purkaa materiaalit ensisijaisesti suoraan autosta biohiilipellettien kuvassa 1 näkyvän tuotantolinjan lämpölaitoksen läheisyydessä sijaitsevalle raaka-aineen vastaanottokuljettimelle. Näin toimien minimoidaan raaka-ainesiin sitoutuva pääoma. Biohiilipelletin tuotantohallia vastapäätä sijaitsevan asfaltoidun raaka-ainevaraston koko on 3500 neliometriä. Kustannustehokkaan toiminnan edellytyksenä on alueen tilan riittävyys kuormien purkamiseen siten, että eri raaka-ainejakeet pysyvät erillään. Varmuusvaraston minimikoko on viikon tuotannossa tarvittava raaka-ainemäärä. Kokonaisuutena varmuusvarasto mahtuu hyvin tuotantohallin läheiselle varastoalueelle.



KUVA 1. Pohjanmaan Biojalostamon tuotantohallialueen lay out – suunnitelma

Viereisellä tontilla toimii kierrätysjätepuun vastaanottoa ja jalostusta harjoittava yhtiö Si-vuaura Oy, jonka omistaja on avainhenkilö Pohjanmaan Biojalostamo – hankkeessa. Alueella ovat laajat varastoalueet ja Pohjanmaan Biojalostamon tarpeisiin on varattu noin 5000 neliömetrin alue lisävarastoalueeksi, jos sellaista Pohjanmaan Biojalostamon toiminnassa tarvitaan (kuva 2). Varastoalue sijaitsee noin 300 metrin etäisyydellä biohiilipellettien tuotantohallista. Varastoalueen käyttö tulee kysymykseen siinä tilanteessa, että on mahdollista hankkia erityisen kustannustehokkaasti raaka-aineita, jos niitä on markkinoilla tarjottavana. Näitä hinnaltaan merkittävästi yleistä markkinahintaa halvempia erikoiseriä on järkevää mahdollisuuksien mukaan pyrkiä hyödyntämään biohiilipelletin raaka-aineena. Hankinnat ovat riippuvaisia Pohjanmaan Biojalostamon hankinnan resursseista ja yleisestä biohiilipelletin markkinatilanteesta.

Tehtaan logistiikka saadaan järjestettyä järkevällä tavalla, koska kaikki toiminnot voidaan sijoittaa hyvin lähelle toisiaan ja välttää näin ollen mahdollisimman paljon tehtaan sisäisiä kuljetuksia, jotka aiheuttavat ylimääräisiä kustannuksia.





KUVA 2. Koko tehdasalueen lay out - suunnitelma

## 8.5. Raaka-aineiden keskimääräiset varastot 2019-2020

Raaka-aineiden hankintasuunnitelman mukainen varastotaso vuonna 2019 on kuvattu taulukossa 6. Tavoitteena on ylläpitää käytännössä noin viikon tuotantoa vastaavat varastotaset suunnitelman mukaisella raaka-ainejakaumalla.

TAULUKKO 6. Raaka-aineiden varastotasot vuonna 2019.

Pohjanmaan Biojalostamo			Raaka-aineiden varastot							
Raaka-aineet (tn), (irto-m <sup>3</sup> ), (MWh)										
	Vuosi	2019			Kuorman	Päiviä /				
	KK	3-12			koko i-m <sup>3</sup>	työviikko				
								Varaston	Varaston	Sitoutunut
Yhteensä								arvo	korko	Pääoma + korko
		pv-suunnitelma								
Vuosi	Työpäiviä	tn /	irto-m <sup>3</sup> /	€ /	Kuormia /	€ /	Varasto	€ /	5 %	€ /
2019		pv	pv	kk	pv	irto-m <sup>3</sup>	irto-m <sup>3</sup>	kk	/ kk	kk
Maalis	21	108	407	55 997	2,55	6,55	2 036	53 331	296	53 627
Huhti	20	114	428	55 997	2,67	6,55	2 138	55 997	233	56 230
Touko	22	103	389	55 997	2,43	6,55	1 944	50 907	212	51 119
Kesä	19	150	563	69 996	3,52	6,55	2 813	73 680	307	73 987
Heinä	13	88	329	27 999	2,06	6,55	1 645	43 075	179	43 254
Elo	22	129	488	69 996	3,05	6,52	2 439	63 633	265	63 898
Syys	21	108	407	55 997	2,55	6,55	2 036	53 331	222	53 553
Loka	23	99	372	55 997	2,32	6,55	1 859	48 693	203	48 896
Marras	21	108	407	55 997	2,55	6,55	2 036	53 331	222	53 553
Joulu	16	142	535	55 997	3,34	6,55	2 673	69 996	292	70 288
Yhteensä	198	115	432	559 972	2,70		2 162	56 597	243	56 841
				Varastossa olevien raaka-aineiden määrä, keskiarvo irto-m <sup>3</sup> / viikko		Varastossa olevien raaka-aineiden arvo, keskiarvo € / kk		Varaston korko, keskiarvo € / kk		Varastoon sitoutunut pääoma + korko, keskiarvo € / kk

Raaka-aineiden hankintasuunnitelman mukainen varastotaso vuonna 2020 on kuvattu taulukossa 7. Tavoitteena on ylläpitää käytännössä noin viikon tuotantoa vastaavat varastot suunnitelman mukaisella raaka-ainejakaumalla. Tuotantomäärien kasvun suhteessa myös varastojen määrät nousevat.

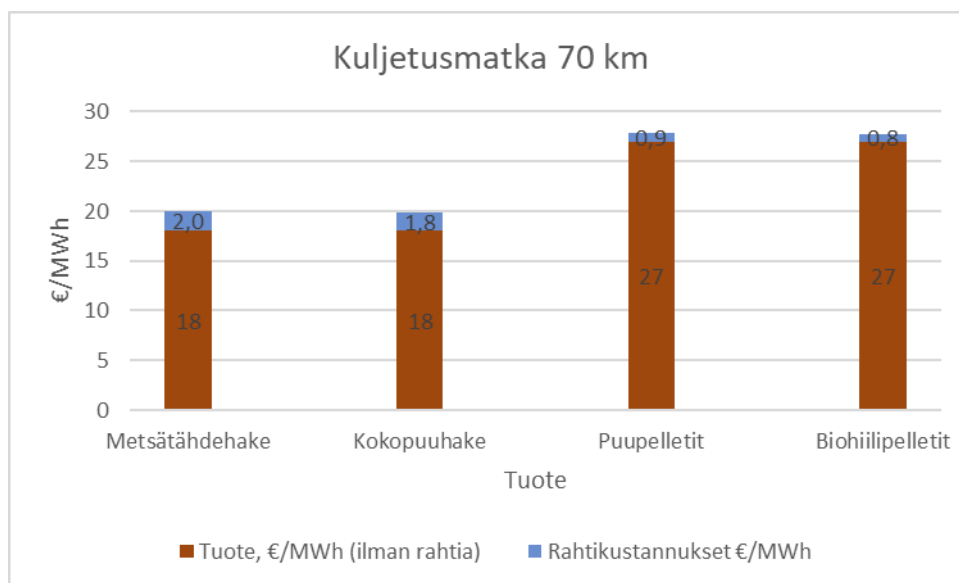
TAULUKKO 7. Raaka-aineiden varastotasot vuonna 2020

Pohjanmaan Biojalostamo		Raaka-aineiden varastot									
Raaka-aineet (tn), (irto-m <sup>3</sup> ), (MWh)											
	Vuosi	2020				Kuorman	Päiviä /				
	KK	1-12				koko i-m <sup>3</sup>	työviikko				
						160	5				

## 9 BIOHIILIPELLETTIEN KUSTANNUSKILPAILUKYKY

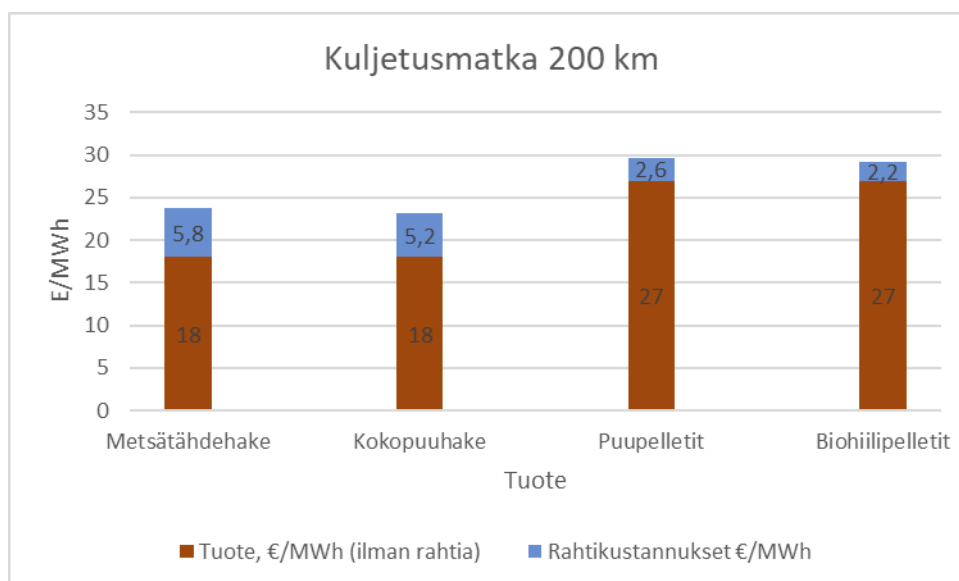
Suomessa on investoitu viime vuosien aikana kuntaomisteisiin energiayhtiöihin suuria monipolttolaitoksia. Monipolttolaitosten pääasiallisena raaka-aineena on metsähake. Energiatuotantoa varten raaka-aineita hankitaan megawattitunteina. Kuvioissa 12, 13 ja 14 on verrattu metsätähdehakeen, kokopuuhakeen, puupellettien ja biohiilipellettien kustannuksia kokonaisuutena energiaa tuottavassa laitoksessa, jonka raaka-ainetarve on 200 000 MWh vuodessa. Vertailemalla taulukoita voidaan todeta, että mitä pidemmäksi kuljetusmatka kasvaa sitä kilpailukykyisemmäksi pelletit nousevat ja erityisesti biohiilipelletin kustannustehokkuus korostuu pitkillä kuljetusmatkoilla. Tämä johtuu kuljetettavan kuorman energiasisällöstä (MWh/tn), mikä on selvästi suurin biohiilipelletillä.

Kuviossa 12 on etäisyys Alajärveltä lähimpään monipolttolaitokseen Seinäjoelle (Seinäjoen Energia Oy). Metsähake on lyhyillä kuljetusmatkoilla selvästi edullisin polttoraaka-aine, koska energiasisällön vaikutus ei ole niin merkittävä kuin pidemmillä kuljetusmatkoilla (liite 4).



KUVIO 12. Energiayhtiön puupohjaiset raaka-aineet, kuljetusmatka 70 km

Kuviossa 13 on etäisyys Alajärveltä Tampereelle, missä on sekä suuri monipolttolaitos että pellettilaitos (Tampereen Sähkölaitos). Metsähake on vielä 200 km kuljetusmatkalla edullisin polttoraaka-aine. Tuotteen energiasisällön merkitys korostuu, mikä tarkoittaa rahtikustannusten nousua kuitenkin merkittävästi enemmän kuin pelleteillä (liite 5).



KUVIO 13. Energiayhtiön puupohjaiset raaka-aineet, kuljetusmatka 200 km

Liitteissä 8 ja 9 on kuvattu etäisyys Alajärveltä Helsinkiin, missä on pellettilaitos sekä kivihiililaitoksia, missä on pellettien seospolttomahdollisuus (Helen Oy). Tarkastelu tällä kuljetusmatkalla on teoreettinen, koska metsähaketta ei hankita näin pitkältä kuljetusetäisyydeltä. Vertailu osoittaa kuitenkin pellettien kilpailukyvyn kasvavan suhteessa metsähakkeeseen, koska rahtikustannusten osuus nousee metsähakkeella huomattavasti suuremmaksi kuin pelleteillä. Myös vertailussa puupelletteihin voidaan todeta biohiilipelletin rahtikustannusten olevan 17 % alaisemmat kuin puupelletin rahtikustannukset.

## 10 ASIAKKUUKSIEN HALLINTA

Markkinoinnissa ja asiakashankinnassa toiminnan lähtökohtana on asiakaskeskeinen markkinointi. Tavoitteena on markkinointiviestinnän keinoin tehdä biohiiltä tuotteena ja Pohjanmaan Biojalostamo tunnetuksi. Tärkeää on pyrkiä luomaan imagomarkkinoinnin keinoin heti toiminnan alkuvaiheessa positiivinen kuva yrityksen toiminnasta. (Bergström S., Leppänen A. 2015).

Pohjanmaan Biojalostamon päätuotetta biohiiltä markkinoidaan ratkaisuna yritysten tarpeeseen ja samalla myös ongelmaan. Viestimällä korostetaan biohiilen ekologisuutta ja kotimaisuutta hyvänä vaihtoehtona korvaamaan fossiilista kivihiiltä energialaitosten tuotannon raaka-aineena. Siirtymällä mahdollisuuksien mukaan käyttämään biohiiltä raaka-aineena kivihiilen tai valkoisen pelletin sijaan asiakasyritykset parantavat samalla omaa imagoaan ja hiilijalanjälkeään.

Potentiaalisten asiakkaiden kanssa pyritään järjestämään jo hankkeen esiselvitysvaiheessa tapaamisia, joiden tärkeänä tavoitteena on asiakasymmärryksen lisääminen. Tapaamiset tehdään potentiaalisten asiakasyritysten toimipisteissä paikan päällä, jolloin on mahdollista tavata asiakasyritysten avainhenkilöitä. Luottamuksellisten suhteiden luominen on tässä vaiheessa todella tärkeää. Neuvottelujen päätavoite on pitkäaikaiset toimitussopimukset, jotka mahdollistavat Pohjanmaan Biojalostamon toiminnan käynnistymisen heti investointivaiheen jälkeen. Teollisen yrityksen tuotannon aloitusvaiheessa on aina ensimmäisien kuukausien aikana tietty harjaantumisvaihe niin koneiden ja laitteiden kuin henkilöstön osaamisen suhteen. Tämän vuoksi alkuvaiheen toimitussopimukset kannattaa suunnitella varovaisuusperiaatteella, jotta toimitusmäärät ja toimitusajat voidaan pitää sovitulla tavalla. Kokonaisuutena toiminnan ja asiakastoimitusten käynnistyttyä on erittäin tärkeää, että yritys toimii lupautensa mukaisesti. Tällä on suuri merkitys yrityksen luotettavuudesta syntyvään kuvaan markkinoilla.

Pohjanmaan Biojalostamo on toiminnan alkuvaiheessa tyypillinen pk-yritys, jonka resurssit ovat suhteellisen pienet. Sen vuoksi lähtökohta kaikessa toiminnassa tulee olla se, että jokainen yrityksessä työskentelevä henkilö toimii yrityksen ja sen tuotteiden markki-

noijana. Henkilöstövalinnoissa tulee kiinnittää tähän heti huomiota, koska yrityksen menestymisen kannalta siinä vaiheessa tehdään ratkaisevia päätöksiä (Bergström S., Leppänen A. 2015).

## 11 TORREFIOIDUN BIOHIILIPELLETIN POTENTIAALISET ASIAKKAAT

Biohiilipellettiä tuottavan Pohjanmaan Biojalostamon potentiaalisina asiakkaina ovat energialaitokset, jotka haluavat olla ekologisuudessa edelläkävijöitä ja haluavat tuottaa energiaa uusiutuvilla energiamuodoilla. Julkisuudessa kiinnostusta biohiileen on osoittanut mm. Helen Oy (Entinen Helsingin Energia Oy). Lisäksi SSAB:n Raahen yksikössä on esitetty mielenkiintoa korvata metallurgista hiiltä eli koksia biohiilellä masuunin polt-toraaka-aineena.

Käyn seuraavana läpi potentiaalisissa asiakasyrityksissä suorittamissani haastatteluissa saamani informaation perusteella tekemäni yhteenvedon.

### 11.1. Helen Oy (Happonen, K, asiantuntija, uusiutuva energia; Loukola, J. asiantun-tija energijärjestelmän kehitys. 2017. Haastattelu 4.10.2017).

Helen Oy on Helsingin kaupungin 100 % omistama yhtiö jonka hallinnointi perustuu osa-keyhtiölakiin, yhtiöasiakirjoihin sekä Helsingin kaupungin konserniohjeisiin. Helen-konserni on liiketoiminnallinen kokonaisuus, jonka muodostavat emoyhtiö Helen Oy sekä tytäryhtiöt Helen Sähköverkko Oy, Oy Mankala Ab, Suomen Energia-Urakointi Oy ja Helsingin Energiatunnelit Oy. Osakkuusyhtiöitä ovat Voimapiha Oy sekä Suomen Meri-tuuli Oy.

Helen Oy tarjoaa asiakkailleen sähköä, kaukolämpöä ja -jäähdytystä sekä monipuolisia palveluita energian pientuotantoon sekä asiakkaiden omaan energiankäyttöön ja sen tehostamiseen. Energiaa tuotetaan Helsingissä sijaitsevilla voimalaitoksilla ja lämpökeskuksilla sekä yhtiön omistamien voimaosuuksien kautta.

Helen Oy on ottanut käyttöön vuoden 2017 marraskuussa Suomen suurimman pellettilaitoksen, jonka teho on 100 MW. Valkoista pellettiä uudessa laitoksessa tarvitaan tällä hetkellä 40 000 tonnia vuodessa ja tulevaisuudessa määrä tulee nousemaan 50 000 tonniin. Seuraava pellettisopimusten kilpailutus tapahtuu keväällä 2018. Helen valitsee tarjolla olevista lukuisista pellettitoimittajista ne, joilta he tarjouksen pyytävät. Pohjanmaan

Biojalostamon suunniteltu 35 000 tonnin vuosituotanto on lähtökohtaisesti riittävän iso, jotta voi olla kilpailutuksessa realistisesti otettava vaihtoehto.

Helen Oy on tehnyt päätöksen, että viimeistään vuonna 2024 lopetetaan Helenin kivihii-  
lilaitokset. Seuraavan kahden vuoden ajanjaksolla Helenin on tehtävä päätös Hanasaaren  
CHP-laitoksen korvaamisesta uudella biopolttoaineisiin perustuvalla laitoksella. Hana-  
saaren lämpöteho on 420 MW ja sähköteho 220 MW. Salmisaaren voimalaitoksen läm-  
pöteho on 300 MW ja sähköteho 160 MW. Lähitulevaisuudessa Salmisaaren voimalai-  
toksessa lisätään uusiutuvaa energiaa polttamalla puupellettejä kivihiilen joukossa ja ta-  
voitteena on nostaa pelletin osuus tuotannosta 5-7 prosenttiin. Viime vuosina voimalai-  
toksella on kehitetty myös savukaasun puhdistusjärjestelmiä ja polttotekniikkaa.

Toistaiseksi on vielä lopullisesti täsmentymättä Helenin uuden voimalaitoksen tyyppi ja  
mikä on sen käyttämä polttoraaka-aine. Lähtökohta on kuitenkin se, että vanha laitos kor-  
vataan biolämpökeskuksilla ja muulla uusiutuvalla energialla. Tässä vaiheessa metsähake  
on hyvin potentiaalinen vaihtoehto, vaikka metsähakkeen vaatimat haasteet kuljetuslo-  
gistiikassa tiedetäänkin. Polttoraaka-aineiden toimituksiin liittyviä riskejä Helenin kaltai-  
sen suuren toimijan on pyrittävä ehkäisemään ja varmistettava raaka-aineiden hankinta  
suurehkolla toimittajien määrällä. Uudessa laitoksessa biohiilipelletti voisi olla myös yksi  
polttoainevaihtoehto.

Yksi vaihtoehto biohiilipellettien käyttöön Helenillä ennen uusien laitosten rakentamista  
on biohiilipelletin seospolton mahdollisuus kivihiilen seassa. Tässä vaiheessa mahdollista  
olisi biohiilipellettien 10-15 % osuus. Biohiilipelletti voidaan ottaa suoraan seospolttoon  
ilman lisäinvestointeja laitteistoihin kivihiiltä polttavassa energian tuotannossa, koska  
biohiilipelletti jauhautuu yhtä hyvin kuin kivihiili. Yhteistyömahdollisuudet Helen Oy:n  
kanssa ovat varsin hyvät, koska Helen on suurten muutosten edessä kivihiililaitosten elin-  
kaaren lähestyessä loppuaan.



**11.2. Turun Seudun Energiantuotanto** (Bastman, T. 2017. Toimitusjohtaja. Haastattelu 16.10.2017).

Turun Seudun Energiantuotanto Oy:n omistavat Fortum Power and Heat 49,5 %, Turku Energia 39,5 %, Kaarinan kaupunki 3,0 %, Naantalin kaupunki 3,0 % ja Raision kaupunki 3,0 %. Turun Seudun Energiatuotanto vastaa näiden omistajakaupunkien kaukolämmön tuotannosta.

Turun Seudun Energiatuotanto Oy:n suurhanke uusi monipolttoainevoimalaitos on valmistunut syksyllä 2017 ja se korvaa osittain vanhan kivihiilivoimalaitoksen. Laitoksen polttoaineteho on 430 MW, josta saadaan 92 % hyötysuhteella 396 MW energiaa, mikä jakautuu 250 MW lämpöä ja 146 MW sähköä. Polttoraaka-aineissa tavoitellaan 60 % biopolttoaineiden osuutta. Tavoitteena on tuottaa energiaa mahdollisimman edullisilla polttoraaka-aineilla metsähakkeella ja kuorella. Biohiilipelletti ei ole hinnallisesti kilpailukykyinen uudessa hakkeen polttoon perustuvassa monipolttokattilassa.

Biohiilipelletin mahdollinen käyttö koskisi vanhoista voimalaitoksista Na3 hiilipölykattilaa, koska muut voimalaitokset ovat CHP-laitoksia. Hiilimyllyjen läpi voidaan ajaa ehkä pieni määrä biohiiltä ilman suuria ongelmia, mutta kun hiili on sähköntuotannossa verotonta, on biohiilen vaikea kilpailla sen kanssa. On mahdollista, että energiapoliittisilla linjauksilla hiilen käyttö tehdään mahdolliseksi. Siinä vaiheessa tulee kysymykseen Naantali 3 muuttamisesta biopolttoaineille ja silloin biohiili voi olla varteenotettavin vaihtoehto. Ajankohta tulisi olemaan todennäköisesti aikaisintaan kesällä 2019.

Na3 voimalaitoksen käyttö ajoittuu ajalle marraskuu-maaliskuu eli silloin, kun lämpöenergiaa tarvitaan eniten. Kivihiilen käytön kokonaismäärä on 200 000 tn ja biohiilipelletin käyttö voisi kyseisellä ajanjaksolla olla Bastmanin mukaan 10-15 % eli 20 000 - 30 000 tn. Mikäli koko 200 000 tn kivihiiltä korvattaisiin biohiilellä, olisi määrä noin 240 000 tn.

Tapani Bastman suhtautui hyvin positiivisesti mahdollisen seospolton kokeiluun kesällä 2019 eli aikataulu ajoittuisi melko optimaalisesti. Tuossa vaiheessa Pohjanmaan Biojalostamon investointihankkeen jälkeen tapahtuva tehtaan ylösajo olisi saatu hallitusti teh-

tyä. Jos tuon kesällä 2019 mahdollisesti tapahtuvan seospolton kokeilun jälkeen päästäisiin hyviin lopputuloksiin, olisi syksyllä kyettävä vastaamaan Na3:n vaatimaan tuotantovauhtiin.

### **11.3. Tampereen Sähkölaitos** (Nieminen, Timo, kehityspäällikkö, pellettiliiketoiminta. 2017. Haastattelu 16.10.2017).

Tampereen Sähkölaitoksen omistaa Tampereen kaupunki. Vuonna 2016 liikevaihto oli 274 milj. euroa ja liiketulos 43 milj. euroa. Yhtiö sai pudotettua maakaasun osuuden 29 prosenttiin energiahankinnasta ja nostettua kotimaisen energian osuuden 66 prosenttiin. Turpeenkäyttö pysyi lähes entisellä tasollaan ja sitä tarvitaankin vielä pitkään siirtymäkauden aikana.

Tampereen Sähkölaitos on ottanut käyttöön vuonna 2012 pellettivoimalaitoksen Sarankulmassa. Kattila K2 on pölypolttotekniikkaan perustuva kattila. Kyseessä on monipolttoainekattila, jossa voidaan polttaa joko pellettejä tai kevyttä polttoöljyä. Pääpolttoaineena on puupelletti, mutta myös biohiili – ja turvepellettien poltto on mahdollista. Turvepellettien osuus on tällä hetkellä arviolta enintään noin 10 prosenttia pellettien kokonaiskulutuksesta. Puupelletillä kattilan polttoaineteho on 36 MW ja nimellisteho 33 MW. Puupellettien (valkoisen pelletin energiasisältö 4,6 MWh/tn) kokonaiskulutus on Sarankulman pellettivoimalaitoksessa 21 000 tonnia vuodessa. Tällä hetkellä pellettitoimittajana toimii Vapo, jolla on pellettitehdas Vilppulassa.

Mikäli Sarankulman pellettilaitoksessa tarvittava energiamäärä tuotettaisiin biohiilipelleteillä (biohiilipelletin energiasisältö 5,5 MWh/tn), tarvittaisiin n. 17 600 tn biohiilipellettejä. Tämä vähentäisi huomattavasti logistiikkaa verrattuna valkoisen pelletin käyttöön, millä on suuri merkitys voimalan ja siten koko Tampereen sähkölaitoksen hiilijalanjälkeen. Sarankulman pellettivoimalaitoksessa on testattu amerikkalaista biohiilipellettejä varsin onnistuneesti. Lopulta ratkaisevia tekijöitä raaka-aineen hankinnassa ovat hinta ja pelletin soveltuvuus ja käytettävyys laitoksen polttoraaka-aineena. Hintataso liikkuu indeksien mukaan noin 30 €/MWh hinnoissa. Pohjanmaan Biojalostamon tuottamia biohiilipellettejä on mahdollista ottaa testiajoihin Sarankulman pellettilaitokseen siinä vaiheessa, kun tuotetta on valmiina testattavaksi.

## 12 SYÖTTÖTARIFFIJÄRJESTELMÄ SÄHKÖN TUOTANNOSSA

(Seppälä Maiju, johtava asiantuntija, uusiutuva energia. Syöttötariffijärjestelmä. Sähköpostiviesti [maiju.seppala@energiavirasto.fi](mailto:maiju.seppala@energiavirasto.fi). Luettu 25.10.2017).

Päästöoikeuksien hintojen pysyessä alhaisina on metsähakkeen syöttötariffi tarpeen varmistamaan uusiutuvan energian osuuden säilyminen ja kasvu nykyisissä laitoksissa. Syöttötariffijärjestelmään hyväksytty metsähake- tai puupolttoainevoimalaitos voi saada tukea tuottamalleen sähkölle, joka on tehty metsähakkeella tai puupolttoaineella. Tuotantotukilaissa metsähakkeeksi määritellään polttohake tai murske, jotka valmistetaan suoraan metsästä saatavasta puusta. Puupolttoaineella tarkoitetaan metsähaketta sekä teollisuuden sivutuotepuuta, joka syntyy metsäteollisuuden puunjalostusprosessin sivu- tai jätetuotteena syntyvästä puuaineksesta.

Tämän perusteella biohiilipelletti ei voisi olla tukikelpoinen polttoaine, jos sitä hankitaan valmiina tuotteena voimalaitoksen ulkopuolelta. Biohiilipellettien hyväksyminen tukikelpoiseksi polttoaineeksi edellyttäisi tuotantotukilain muutosta tukikelpoisten polttoaineiden osalta. Koska CHP voimalaitokset tuottavat sekä sähköä että lämpöä kivihiilellä, eivät ne ole lyhyellä tähtäimellä potentiaalisia asiakkaita johtuen kivihiilen verottomuudesta sähkön tuotannossa. Kuitenkin näidenkin yhtiöiden tilanne pidemmällä aikavälillä tulee muuttumaan Suomen uusiutuvan energian osuuden tavoitteiden mukaisesti.

Vuodesta 2019 eteenpäin tukea leikataan 40 % mikäli metsähake on valmistettu teollisuuden raaka-aineeksi kelpaavista tukeista tai kuitupuusta. Tavoitteena on varmistaa, että teollisuuden käyttöön soveltuva puu ohjautuisi ensisijaisesti teollisuuskäyttöön energiantuotannon sijaan eikä energiantuottajien maksukyky puusta ylittäisi teollisuuden maksukykyä.

### 13 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Raaka-aineselvitysten tuloksena on löydetty potentiaaliset raaka-ainetoimittajat, jotka kykenevät toimittamaan riittävän määrän raaka-ainetta 35 000 tn kapasiteetin omaavalle biohiilipellettitehtaalte. Raaka-ainehuolto perustuu puutuoteteollisuuden sivutuotevirtoihin sekä metsäbioenergiajakeisiin. Alajärvi on sijainniltaan optimaalisessa paikassa, koska Metsä-Fibren Äänekosken uuden biotuotetehtaan puuraaka-aineen hankinnan volyymit tulevat lisääntymään merkittävästi juuri suunnitellun Pohjanmaan Biojalostamon puuraaka-aineiden hankinta-alueella. Lisäksi UPM Metsä hankkii alueelta merkittäviä määriä puuraaka-ainetta Pietarsaaren tehdasintegraatin (saha ja sellutehdas) tarpeisiin. Keitele Timber on parhaillaan tekemässä suuret investoinnit Alajärven sahan uudistamiseksi sekä kapasiteetin nostamiseksi jopa kolminkertaiseksi nykyiseen verrattuna. Nämä kaikki tarkoittavat, että raakapuu – ja sivutuotevirrat tulevat olemaan alueella erittäin merkittäviä.

Neuvottelut biohiilipellettien toimituksista on käyty muutaman suurten kasvukeskusten alueilla toimivan kunnallisen energiayhtiöiden edustajien kanssa. Näistä kolme tässä opinnäytetyössäni esiin nostamaani yhtiötä ovat erittäin potentiaalisia biohiilipelletin käyttäjiä. On tietenkin selvää, että ilman yritystä / tehdasta ei voi saada aikaan ennakkosopimuksia toimituksista, mutta yleinen henki keskusteluissa on ollut se, että kaikki fossiilisia polttoaineita käyttävät energiayhtiöt etsivät parhaillaan uusiutuvia polttoraaka-aineita tuottaakseen laitoksissaan lämpö – ja sähköenergiaa kokonaan uusilla menetelmillä. Nämä luovat hyvän potentiaalin biohiilipellettitehtaan perustamiseksi Alajärvelle.

Biohiilipelleteille ei ole olemassa ainakaan toistaiseksi markkinahintaa, mutta käydyissä keskusteluissa potentiaalisten asiakkaiden kanssa on vahvistunut realistinen näkemys siitä, että toiminnan alkuvaiheessa voidaan tuotteesta saada valkoisen pelletin hinta. Raaka-aineen hintataso on haettu alustavissa neuvotteluissa potentiaalisten raaka-ainetoimittajien kanssa. Mahdollisesti perustettavan Pohjanmaan Biojalostamon taloudelliset laskelmat ovat tehty tässä vaiheessa siis näillä alustavilla raaka-aineen hintatasoilla ja valkoisen pelletin markkinahintatasolla. Biohiilipelletin tuotantokustannuksina on käytetty laitevalmistajalta saatuja hintatasoja, joita on benchmarkattu kilpailevien biohiilipellettilaitosten tuotantokustannuksiin.

Pidemmällä ajanjaksolla biohiilipellettiliiketoiminnan menestymisen yksi avainasia on jonkin tason hintapreemio suhteessa valkoiseen pellettiin, kun otetaan huomioon biohiilipellettien tuottamisen teknologia ja sen toteuttamiseksi vaadittavat merkittävästi valkoista pellettiä suuremmat investoinnit. Tärkeä tekijä on myös se, että biohiilipelletin energiasisältö riippuen pelletin laadusta on 15-20 % parempi kuin valkoisella pelletillä. Lisäksi biohiilipelletti on otettavissa seospolttoon ilman lisäinvestointeja laitteistoihin, jolloin saadaan kustannussäästöjä toiminnan eri vaiheissa.

Käytännössä ne energiayhtiöt, jotka ovat investoineet ja rakentaneet uusia pellettivoimaloita, ovat lyhyellä tähtäimellä potentiaalisimmat asiakkaat. Pellettivoimalat käyttävät tällä hetkellä valkoista pellettiä, joten biohiilipelletin käyttöönotolla vähennetään merkittävästi koko toimitusketjun logistisia kustannuksia. Säästöt syntyvät biohiilipellettiä toimittavalle yhtiölle lopputuotteen kuljetuksissa sekä biohiilipellettiä käyttävälle energiayhtiölle varastoinneissa energiayhtiöiden alueella. Ne voimalaitokset joissa on vain CHP-laitoksia eli tuottavat sekä sähköä että lämpöä kivihiilellä, eivät ole lyhyellä tähtäimellä potentiaalisia asiakkaita johtuen kivihiilen verottomuudesta sähkön tuotannossa. Tois-taiseksi biohiilipelletillä tuotetulle sähkölle ei ole saatavissa sähköntuotannon tukea, vaikka metsähakkeella tuotetulle sähkölle tuen saa. Kuitenkin tähänkin tilanteeseen on odotettavissa muutoksia pidemmällä aikavälillä Suomen uusiutuvan energian osuuden tavoitteiden mukaisesti ja fossiilisista polttoraaka-aineista luovuttaessa.

Uusissa uusiutuvaa raaka-ainetta käyttävissä monipolttolaitoksissa pyritään käyttämään mahdollisimman edullista metsähaketta. Suomessa on kuitenkin alueita, joissa metsähakkeen kuljetusten ja logistiikan järjestäminen järkevällä tavalla on melko vaikeaa raaka-aineen sijainnista ja liikennejärjestelyistä johtuen. Esimerkkinä ovat suuret kaupungit Helsinki, Tampere ja Turku. Näin ollen myös tällaisissa laitoksissa on biohiilipelletillä merkittävät mahdollisuudet turvata huomattavasti paremman energiasisällön omaavalla tuotteella ja järkevällä logistiikalla polttoraaka-ainehuolto.

Fossiilisista polttoraaka-aineista luovuttaessa tarkastellaan koko toiminnan aiheuttamaa hiilijalanjälkeä. Energiaa tuottaville yhtiöille on tärkeää pyrkiä minimoimaan kaikessa toiminnassa hiilipäästöjä, joten logistiikalla tulee olemaan myös merkittävä vaikutus päätöksenteossa. Hyvään lopputulokseen pääsemiseksi biohiilipelletti polttoraaka-aineena tuo merkittävän vaihtoehdon. Tavoitteena on hankkia biohiilipellettitehtaalte raaka-aine

mahdollisimman läheltä ja jalostuksella saada aikaan korkeampi energiatiheys, mikä mahdollistaa tehokkaan logistiikan. Biohiilipelletin kuljetuskustannukset pitkillä etäisyyksillä ovat selvästi metsähaketta alhaisemmat ja vertailussa puupelletteihin logistiikan kustannustehokkuus myös korostuu.

Biohiilipellettiä tuottavan Pohjanmaan Biojalostamon raaka-ainesuunnitelmat ja potentiaaliset asiakkaat luovat toiminnan perustan. Myös suunnitellun tehdasalueen merkittävä osin valmis infra, raaka-aineiden saatavuus ja kustannustaso sekä potentiaalisten asiakasyritysten suuret volyymit ovat tärkeitä perusteita. Toiminnan kannattavuuden ratkaisee hyvin pitkälle kustannustehokkaat raaka-ainehankinnat ja siihen liittyvä logistiikan hallinta. Opinnäytteen lopputuloksena Pohjanmaan Biojalostamo -hanke saa käyttöönsä työssä laaditun simulointimallin, jolla voidaan tarkastella teoreettisesti eri raakajakeiden osuuden vaikutukset biohiilipellettitehtaan toiminnan kannattavuuteen.

## 14 OPINNÄYTETYÖN LIITTEET

### LÄHTEET

Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettyjen polttoaineiden ominaisuuksia. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT. Research Notes 2045, 172. Luettu 3.9.2017. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/T2045.pdf>.

Anttila, J-P; Jussila, A; Mikkola, M. Hankintatoimen kehittäminen pk-yrityksissä. 2013. Luettu 24.11.2017. [www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2013/T81.pdf](http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2013/T81.pdf)

Anttila, P; Nivala, M; Laitila, J; Flyktman, M; Salminen O; Nivala, J. 2014. Metsähakkeen alueellinen korjuupotentiaali ja käyttö vuonna 2020. Luettu 2.11.2017. <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2014/mwp313.htm>

Asikainen, A; Laitila, J; Leinonen, A; Flyktman, M; Virkkunen, M. 2014. Metsähakkeen hankinta- ja toimituslogistiikan haasteet ja kehittämistarpeet. Luettu 3.11.2017. [www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2564.pdf](http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2564.pdf)

Bastman, T. 2017. Toimitusjohtaja. Haastattelu 16.10.2017. Haastattelijä Virtanen, R. Turun Seudun Energiantuotanto Oy:n pääkonttori, Naantali.

Bergman P., Boersma A., Zwart R., Kiel J. 2005. Torrefaction for biomass co-firing in existing coal-fired power stations. "Biocoal". ECN Biomass report, ECN-C-05-013. 71 p. Luettu 8.11.2017. <https://www.ecn.nl/docs/library/report/2005/c05013.pdf>

Bergström S., Leppänen A. 2015. Yrityksen asiakasmarkkinointi.

Energiatilasto 2016, tilastokeskus. Luettu 9.11.2017. [http://www.tilastokeskus.fi/til/ene.html#\\_ga=2.54668779.1329091439.1511159260-1523907489.1511159260](http://www.tilastokeskus.fi/til/ene.html#_ga=2.54668779.1329091439.1511159260-1523907489.1511159260)

Flyktman, M., Kärki, J., Hurskainen, M., Helynen, S., & Sipilä, K. 2011. Kivihiiilen korvaaminen biomassoilla yhteistuotannon pölypolttokattiloissa. VTT Technical Research Centre of Finland, 29 s.. ISBN 978-951-38-7779-8. Luettu 14.11.2017. <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>.

Föhr, J; Karttunen, K; Korpinen, O-J; Knutas, A; Laitinen, T; Lättilä, L; Ranta, T. 2013. Metsähakkeen logistiikka komposiittirakenteisilla siirtokonteilla. Luettu 14.11.2017. [www.metsateho.fi/metsahakkeen-logistiikka-komposiittirakenteisilla-siirtokonteilla/](http://www.metsateho.fi/metsahakkeen-logistiikka-komposiittirakenteisilla-siirtokonteilla/)

Föhr, J; Seppänen, T; Suikki, J; Soininen, H; Ranta, T. Torrefioidun biohiilipelletin kirjallisuustutkimus ja koeajot pilottilaitoksessa. 2015. Luettu 22.8.2017. [https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/117387/LUT%20D4%20Tutkimusraportti%20TORRE\\_A4.pdf?sequence=2](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/117387/LUT%20D4%20Tutkimusraportti%20TORRE_A4.pdf?sequence=2)

Happonen, K, asiantuntija, uusiutuva energia; Loukola, J. asiantuntija energiajärjestelmän kehitys. 2017. Haastattelu 4.10.2017. Haastattelijä Virtanen, R. Helen Oy:n sähkötalo, Kamppi, Helsinki.

Hänninen, H., Leppänen, J., Ovaskainen, V., Uusivuori, J. & Viitala, E.J. 2017. Metsätalouden uusi kannustinjärjestelmä – teoriaa, käytäntöjä ja ehdotukset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 5/2017. Luettu 16.11.2017. [https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/538067/luke-luobio\\_5\\_2017.pdf](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/538067/luke-luobio_5_2017.pdf)

Järvi-Pohjanmaan Yrityspalvelu Oy. 2017. Luettu 15.11.2017. (<http://www.jpyp.fi/rekisterit/>).

Keitele Group. 2017. Luettu 25.10.2017. <http://www.keitelegroup.fi/ajankohtaista>

Kokko, A. Pöyry Management Consulting. Bio Coal Market Perspectives in Europe. Luento. 29.11.2012 Hanasaaren kulttuurikeskus, Espoo.

Koppejan, J. Sokhansanj, S. Melin, S. & Madrali, S. 2012. Status overview of torrefaction technologies. IEA Bioenergy Task 32 report. Luettu 3.11.2017. <http://www.ieabcc.nl/publications>

Korpinen, R. Uusiutuvien ja kestävien raaka-aineiden kokonaisvaltainen hyötykäyttö. Luettu 10.10.2017. [www.metla.fi/tapahtumat/2015/biokokkola/Korpinen.pdf](http://www.metla.fi/tapahtumat/2015/biokokkola/Korpinen.pdf)

Laasasenaho J., Timonen R., Poso H. (2017). Tuoreen puun lämpöarvosta. Metsätieteen aikakauskirja 2017-6992. Tiedonanto. 14 s. Luettu 15.11.2017. <https://doi.org/10.14214/ma.6992>

Laitila, J., Leinonen, A., Flyktman, M., Virkkunen, M. & Asikainen, A. 2010. Metsähakkeen hankinta- ja toimituslogistiikan haasteet ja kehittämistarpeet. Luettu 5.9.2017. [www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2564.pdf](http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2564.pdf)

Laurila, J., Tasanen, T. & Lauhanen, R. 2010. Metsäenergiapotentiaali ja energiapuun korjuun resurssitarpeet Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueella. Metsätieteen aikakauskirja 4/2010: 355–365. Luettu 5.9.2017. <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff10/ff104355.pdf>

Luonnonvarakeskus, Energiapuun kauppa, 2. vuosineljännes 2017. Luettu 6.9.2017. <http://stat.luke.fi/energiapuun-kauppa>

Maa – ja metsätalousministeriö. 2017. Luettu 10.10.2017. <https://www.sli-deshare.net/mmmviestinta/metsteollisuuden-sivuvirtojen-hydyntminen-markku-karlsson>

Metsäntutkimuslaitos 2014. Luettu 17.11.2017. ([www.metla.fi/tapahtumat/2015/biokokkola/Korpinen.pdf](http://www.metla.fi/tapahtumat/2015/biokokkola/Korpinen.pdf))

Nieminen, Timo, kehityspäällikkö, pellettiliiketoiminta. 2017. Haastattelu 16.10.2017. Haastattelija Virtanen, R. Tampereen Sähkölaitos, Lämpötalo, Ratina.

Perälä, Y. 2016. johtaja. Metsä Group. Miten puuvirrat muuttuvat? Luento. Lapin metsätalouspäivät 28-29.1.2016). [https://alueluva.fi/wp-content/uploads/sites/8/lappi/Mtp2016/Alustukset/28\\_1100\\_Perl.pdf](https://alueluva.fi/wp-content/uploads/sites/8/lappi/Mtp2016/Alustukset/28_1100_Perl.pdf)



Saksa, T., Tervo, L.; Kautto, K. 2002. Hakkuutähde ja metsänuudistaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 851. Luettu 16.11.2017. <https://core.ac.uk/download/pdf/52272684.pdf>

Seppälä Maiju, johtava asiantuntija, uusiutuva energia. 2017. Syöttötariffijärjestelmä. Sähköpostiviesti. [maiju.seppala@energiavirasto.fi](mailto:maiju.seppala@energiavirasto.fi). Luettu 25.10.2017.

Suomen Metsäkeskus. 2017. Luettu 25.8.2017. <https://www.metsakeskus.fi/yksityismetsien-metsavaratieto>

Tilastokeskus. Energian hinnat[verkkojulkaisu]. ISSN=1799-7984. 3. vuosineljännes 2017, Liitekuvio 3. Voimalaitospolttoaineiden hinnat lämmöntuotannossa. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 28.12.2017] :  
[http://www.stat.fi/til/ehi/2017/03/ehi\\_2017\\_03\\_2017-12-07\\_kuv\\_003\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/ehi/2017/03/ehi_2017_03_2017-12-07_kuv_003_fi.html))

Torrec 2015. Luettu 16.11.2017. (<http://www.torrec.fi/index.php/fi/>).  
Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. Luettu 23.8.2017. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/79189>

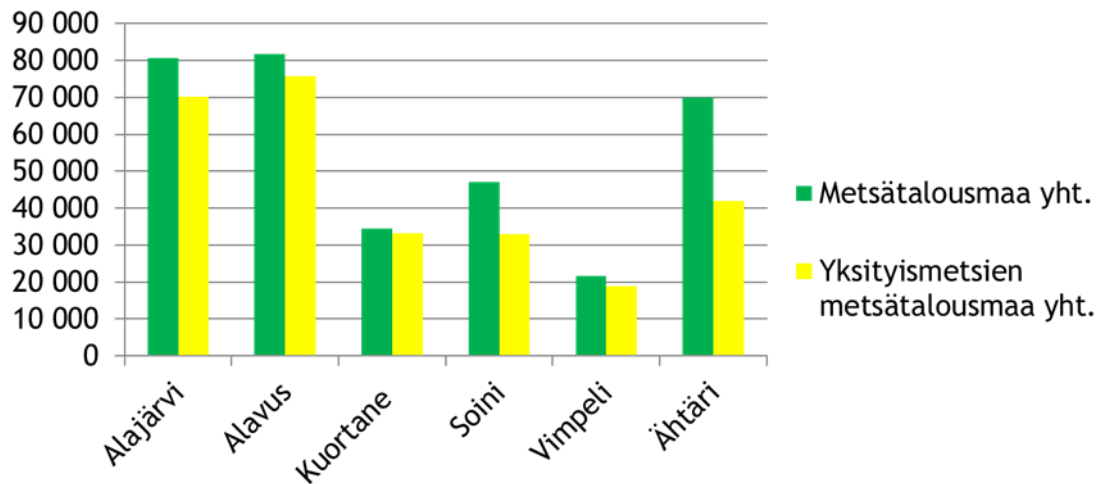
UPM. 2017. Luettu 16.11.2017. ([www.upmpulp.fi/upm-pietarsaari/Pages/Default.aspx#upm-metsa-pohjanmaa](http://www.upmpulp.fi/upm-pietarsaari/Pages/Default.aspx#upm-metsa-pohjanmaa))

Werkelin Johan, Skrifvars Bengt-Johan, Hupa Mikko. 2005. Ash-forming elements in four Scandinavian wood species. Part 1: Summer harvest. Biomass and Bioenergy 29, sivut 451-466.

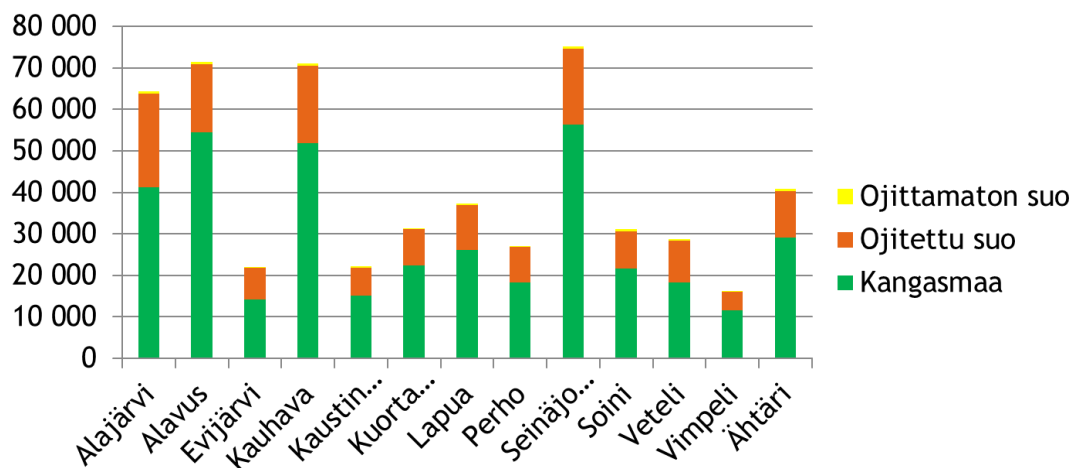
Vuorinen, L. 2014. Biohiilen teknistaloudelliset käyttömahdollisuudet. Energiatekniikan koulutusohjelma. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Luettu 15.11.2017. [www.theseus.fi/handle/10024/78955](http://www.theseus.fi/handle/10024/78955)

## LIITTEET

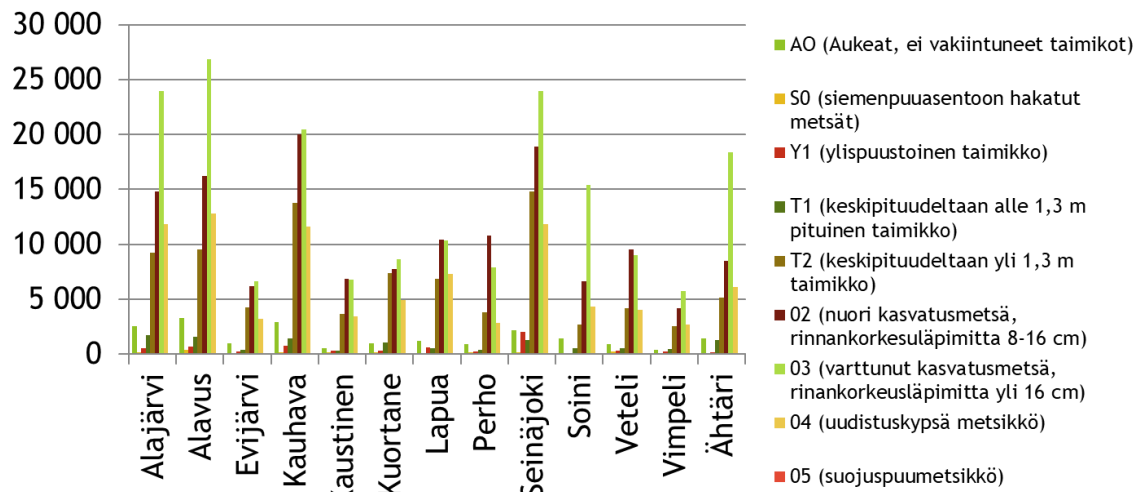
LIITE 1. Pohjanmaan Biojalostamon hankinta-alueen kuntien metsätalousmaan pinta-ala, ha. (<https://www.metsakeskus.fi/yksityismetsien-metsavaratieto>).



LIITE 2. Pohjanmaan Biojalostamon hankinta-alueen kuntien yksityismetsien metsätalousmaan jakauma kangasmaihin ja turvemaihin, ha. (<https://www.metsakeskus.fi/yksityismetsien-metsavaratieto>).



LIITE 3. Pohjanmaan Biojalostamon hankinta-alueen yksityismetsien metsätalousmaa kehitysluokittain, ha. (<https://www.metsakeskus.fi/yksityismetsien-metsavaratieto>).



## LIITE 4. Raaka-aineiden hankintasuunnitelma v. 2019

Pohjanmaan Biojalostamo		Raaka-aineiden hankintasuunnitelma					
Raaka-aineet (tn), (irto-m <sup>3</sup> ), (MWh)							
	Vuosi	2019					
	Työkuukausia	10					
<b>Kuori</b>				<b>Kutterinlastu</b>			
Vuosi	tn	irto-m <sup>3</sup>	MWh	Vuosi	tn	irto-m <sup>3</sup>	MWh
2019	0	0	0	2019	1 593	15 000	8 281
Maalis	0	0	0	Maalis	159	1 500	828
Huhti	0	0	0	Huhti	159	1 500	828
Touko	0	0	0	Touko	159	1 500	828
Kesä	0	0	0	Kesä	159	1 500	828
Heinä	0	0	0	Heinä	159	1 500	828
Elo	0	0	0	Elo	159	1 500	828
Syys	0	0	0	Syys	159	1 500	828
Loka	0	0	0	Loka	159	1 500	828
Marras	0	0	0	Marras	159	1 500	828
Joulu	0	0	0	Joulu	159	1 500	828
<b>Yhteensä</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>1 593</b>	<b>15 000</b>	<b>8 281</b>
<b>Hakkuutähdehake</b>				<b>Sahanpuru</b>			
Vuosi	tn	irto-m <sup>3</sup>	MWh	Vuosi	tn	irto-m <sup>3</sup>	MWh
2019	2 275	7 583	6 446	2019	18 883	62 942	34 618
Maalis	228	758	645	Maalis	1 888	6 294	3 462
Huhti	228	758	645	Huhti	1 888	6 294	3 462
Touko	228	758	645	Touko	1 888	6 294	3 462
Kesä	228	758	645	Kesä	1 888	6 294	3 462
Heinä	228	758	645	Heinä	1 888	6 294	3 462
Elo	228	758	645	Elo	1 888	6 294	3 462
Syys	228	758	645	Syys	1 888	6 294	3 462
Loka	228	758	645	Loka	1 888	6 294	3 462
Marras	228	758	645	Marras	1 888	6 294	3 462
Joulu	228	758	645	Joulu	1 888	6 294	3 462
<b>Yhteensä</b>	<b>2 275</b>	<b>7 583</b>	<b>6 446</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>18 883</b>	<b>62 942</b>	<b>34 618</b>
<b>Yhteensä</b>							
Vuosi							
2019							
Maalis							
Huhti							
Touko							
Kesä							
Heinä							
Elo							
Syys							
Loka							
Marras							
Joulu							
<b>Yhteensä</b>							
2019							
Maalis							
Huhti							
Touko							
Kesä							
Heinä							
Elo							
Syys							
Loka							
Marras							
Joulu							
<b>Yhteensä</b>							
2019							
Maalis							
Huhti							
Touko							
Kesä							
Heinä							
Elo							
Syys							
Loka							
Marras							
Joulu							
<b>Yhteensä</b>							

## LIITE 5. Raaka-aineiden hankintasuunnitelma v. 2020

Pohjanmaan Biojalostamo		Raaka-aineiden hankintasuunnitelma					
Raaka-aineet (tn), (irto-m <sup>3</sup> ), (MWh)							
	Vuosi	2020					
	Työkuukausia	11					
Kuori				Kutterinlastu			
Vuosi	tn	irto-m <sup>3</sup>	MWh	Vuosi	tn	irto-m <sup>3</sup>	MWh
2020	0	0	0	2020	2 920	30 000	15 182
Tammi	0	0	0	Tammi	265	2 727	1 380
Helmi	0	0	0	Helmi	265	2 727	1 380
Maalis	0	0	0	Maalis	265	2 727	1 380
Huhti	0	0	0	Huhti	265	2 727	1 380
Touko	0	0	0	Touko	265	2 727	1 380
Kesä	0	0	0	Kesä	265	2 727	1 380
Heinä	0	0	0	Heinä	0	0	0
Elo	0	0	0	Elo	265	2 727	1 380
Syys	0	0	0	Syys	265	2 727	1 380
Loka	0	0	0	Loka	265	2 727	1 380
Marras	0	0	0	Marras	265	2 727	1 380
Joulu	0	0	0	Joulu	265	2 727	1 380
<b>Yhteensä</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>2 920</b>	<b>30 000</b>	<b>15 182</b>
Hakkuutähdehake				Sahanpuru			
Vuosi	tn	irto-m <sup>3</sup>	MWh	Vuosi	tn	irto-m <sup>3</sup>	MWh
2020	4 171	18 352	11 817	2020	34 618	115 393	63 466
Tammi	379	1 668	1 074	Tammi	3 147	10 490	5 770
Helmi	379	1 668	1 074	Helmi	3 147	10 490	5 770
Maalis	379	1 668	1 074	Maalis	3 147	10 490	5 770
Huhti	379	1 668	1 074	Huhti	3 147	10 490	5 770
Touko	379	1 668	1 074	Touko	3 147	10 490	5 770
Kesä	379	1 668	1 074	Kesä	3 147	10 490	5 770
Heinä	0	0	0	Heinä	0	0	0
Elo	379	1 668	1 074	Elo	3 147	10 490	5 770
Syys	379	1 668	1 074	Syys	3 147	10 490	5 770
Loka	379	1 668	1 074	Loka	3 147	10 490	5 770
Marras	379	1 668	1 074	Marras	3 147	10 490	5 770
Joulu	379	1 668	1 074	Joulu	3 147	10 490	5 770
<b>Yhteensä</b>	<b>4 171</b>	<b>18 352</b>	<b>11 817</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>34 618</b>	<b>115 393</b>	<b>63 466</b>
Yhteensä							
Vuosi	tn	irto-m <sup>3</sup>	MWh				
2020	41 708	163 745	90 465				
Tammi	3 792	14 886	8 224				
Helmi	3 792	14 886	8 224				
Maalis	3 792	14 886	8 224				
Huhti	3 792	14 886	8 224				
Touko	3 792	14 886	8 224				
Kesä	3 792	14 886	8 224				
Heinä	0	0	0				
Elo	3 792	14 886	8 224				
Syys	3 792	14 886	8 224				
Loka	3 792	14 886	8 224				
Marras	3 792	14 886	8 224				
Joulu	3 792	14 886	8 224				
<b>Yhteensä</b>	<b>41 708</b>	<b>163 745</b>	<b>90 465</b>				

## LIITE 6. Biohiilipellettien kustannuskilpailukyky, kuljetusmatka 70 km

Pohjanmaan Biojalostamo - hanke	Kustannusvertailu energiaa tuottavan laitoksen raaka-aineista						
	tn/kuorma	Kust.	km sivu	Kust.	€/km	Kust.	Laitoksen raaka- ainetarve MWh/v
	50	ero	70	ero	1,50	ero	200 000
	biohiilip.		biohiilip.		biohiilip.		
	Raakabiomassa				Jalosteet		
	Metsätähdehake		Kokopuuhake		Puupelletit		Biohiilipelletit
Tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa	19,5		19,0		18,5		21,0
Kosteus - %	55		50		10		5
Tehollinen lämpöarvo MJ/kg	7,4		8,3		16,4		19,8
Tehollinen lämpöarvo MWh/tn	2,1		2,3		4,6		5,5
Tiheys tn/i-m <sup>3</sup>	0,32		0,32		0,65		0,80
i-m3/kuorma	156		156		77		63
Mwh/kuorma	103		115		228		275
Tuote, €/MWh (ilman rahtia)	18		18		27		27
€/kuorma (ilman rahtia)	1 858		2 070		6 152		7 435
Rahtikustannukset €/kuorma	210		210		210		210
Rahtikustannukset €/tn	4,2		4,2		4,2		4,2
Rahtikustannukset €/i-m <sup>3</sup>	1,34		1,34		2,73		3,36
Rahtikustannukset €/MWh	2,0		1,8		0,9		0,8
Yhteensä €/MWh (tuote + rahti)	20,0	-39 %	19,8	-40 %	27,9	1 %	27,8
Kustannukset yht. €/v	4 006 925		3 965 284		5 584 326		5 552 513
Kuormia / vuosi	1 938	167 %	1 739	140 %	878	21 %	726
	3 600 000		3 600 000		5 400 000		5 400 000
	406 925		365 284		184 326		152 513
Tehollinen lämpöarvo MJ/kg	7,4		8,3		16,4		19,8
$H_o = H_{ak} (1 - w) - 2,443 * w$							
	H <sub>a</sub> (M	materiaalinen tehollinen käyttöarvo kosteudessa					
	H <sub>ak</sub> (M	materiaalin kuiva-aineen lämpöarvo					
	w	materiaalin vesipitoisuus (märkä) (esim. 0,25)					

## LIITE 7. Biohiilipellettien kustannuskilpailukyky, kuljetusmatka 200 km

Pohjanmaan Biojalostamo - hanke	Kustannusvertailu energiaa tuottavan laitoksen raaka-aineista						
	tn/kuorma	Kust.	km sivu	Kust.	€/km	Kust.	Laitoksen raaka- ainetarve MWh/v
	50	ero	200	ero	1,50	ero	200 000
	biohiilip.		biohiilip.		biohiilip.		
	Raakabiomassa				Jalosteet		
	Metsätähdehake		Kokopuuhake		Puupelletit		Biohiilipelletit
Tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa	19,5		19,0		18,5		21,0
Kosteus - %	55		50		10		5
Tehollinen lämpöarvo MJ/kg	7,4		8,3		16,4		19,8
Tehollinen lämpöarvo MWh/tn	2,1		2,3		4,6		5,5
Tiheys tn/i-m <sup>3</sup>	0,32		0,32		0,65		0,80
i-m <sup>3</sup> /kuorma	156		156		77		63
Mwh/kuorma	103		115		228		275
Tuote, €/MWh (ilman rahtia)	18		18		27		27
€/kuorma (ilman rahtia)	1 858		2 070		6 152		7 435
Rahtikustannukset €/kuorma	600		600		600		600
Rahtikustannukset €/tn	12		12		12		12
Rahtikustannukset €/i-m <sup>3</sup>	3,84		3,84		7,80		9,60
Rahtikustannukset €/MWh	5,8		5,2		2,6		2,2
Yhteensä €/MWh (tuote + rahti)	23,8	-23 %	23,2	-26 %	29,6	2 %	29,2
Kustannukset yht. €/v	4 762 642		4 643 667		5 926 646		5 835 751
Kuormia / vuosi	1 938	167 %	1 739	140 %	878	21 %	726
	3 600 000		3 600 000		5 400 000		5 400 000
	1 162 642		1 043 667		526 646		435 751
Tehollinen lämpöarvo MJ/kg	7,4		8,3		16,4		19,8
$H_o = H_{ak} (1 - w) - 2,443 \cdot w$							
	H <sub>a</sub> (M	materiaalinen tehollinen käyttöarvo kosteudessa					
	H <sub>ak</sub> (M	materiaalin kuiva-aineen lämpöarvo					
	w	materiaalin vesipitoisuus (märkä) (esim. 0.25)					

## LIITE 8. Biohiilipellettien kustannuskilpailukyky, kuljetusmatka 400 km

Pohjanmaan Biojalostamo - hanke	Kustannusvertailu energiaa tuottavan laitoksen raaka-aineista						
	tn/kuorma	Kust.	km sivu	Kust.	€/km	Kust.	Laitoksen raaka- ainetarve MWh/v
	50	ero	400	ero	1,50	ero	200 000
	biohiilip.			biohiilip.		biohiilip.	
	Raakabiomassa			Jalosteet			
	Metsätähdehake	Kokopuuhake		Puupelletit	Biohiilipelletit		
Tehollinen lämpöarvo kuiva-aineessa	19,5	19,0		18,5	21,0		
Kosteus - %	55	50		10	5		
Tehollinen lämpöarvo MJ/kg	7,4	8,3		16,4	19,8		
Tehollinen lämpöarvo MWh/tn	2,1	2,3		4,6	5,5		
Tiheys tn/i-m <sup>3</sup>	0,32	0,32		0,65	0,80		
i-m3/kuorma	156	156		77	63		
Mwh/kuorma	103	115		228	275		
Tuote, €/MWh (ilman rahtia)	18	18		27	27		
€/kuorma (ilman rahtia)	1 858	2 070		6 152	7 435		
Rahtikustannukset €/kuorma	1200	1200		1200	1200		
Rahtikustannukset €/tn	24	24		24	24		
Rahtikustannukset €/i-m <sup>3</sup>	7,68	7,68		15,60	19,20		
Rahtikustannukset €/MWh	11,6	10,4		5,3	4,4		
Yhteensä €/MWh (tuote + rahti)	29,6	-6 % 28,4		-10 % 32,3	3 % 31,4		
Kustannukset yht. €/v	5 925 284		5 687 335		6 453 292	6 271 501	
Kuormia / vuosi	1 938	167 %	1 739	140 %	878	21 %	726
	3 600 000		3 600 000		5 400 000	5 400 000	
	2 325 284		2 087 335		1 053 292	871 501	
Tehollinen lämpöarvo MJ/kg	7,4		8,3		16,4	19,8	
$H_o = H_{ak} (1 - w) - 2,443 * w$							
	H <sub>a</sub> (M	materiaalinen tehollinen käyttöarvo kosteudessa					
	H <sub>ak</sub> (M	materiaalin kuiva-aineen lämpöarvo					
	w	materiaalin vesipitoisuus (märkä) (esim. 0,25)					

## LIITE 9. Biohiilipellettien kustannuskilpailukyky, kuljetusmatka 400 km

